Kementerian
Lingkungan Hidup/
Badan Pengendalian
Lingkungan Hidup
Republik Indonesia

PROPER

BEST PRACTICE
SEKTOR MIGAS EP
PROPER PERIODE 2023 - 2024

Deputi Bidang Pengendalian Pencemaran Dan
Kerusakan Lingkungan
2025

DAFTAR ISI

Efisiensi Energi 2

Penurunan Emisi 38

Efisiensi Air dan Penurunan Beban Pencemaran 77

3R Limbah B3 110

3R Pengelolaan Sampah 146

Konservasi Kehati 182

Pemberdayaan Masyarakat 221

Tim Penyusun :
Sena Pradipta | Bekti Budhi Rahayu | Rion Evrian Adiwanosa | Azafian Rafael | Malik Berlianto | Suwanda | Dwi Nurhidayati | Felix Nandito | Ahmad Fahri Ridho

Kementerian
Lingkungan Hidup/
Badan Pengendalian
Lingkungan Hidup
Republik Indonesia

Kata pengantar

Setiap langkah menuju keberlanjutan dimulai dari komitmen kecil yang diwujudkan secara konsisten. Buku Best Practice PROPER Periode 2023 – 2024 Sektor Migas EP ini merekam jejak nyata dari perusahaan-perusahaan yang telah membuktikan bahwa keberhasilan bisnis dapat berjalan seiring dengan kepedulian terhadap lingkungan dan masyarakat.

Selama lebih dari dua dekade pelaksanaannya, PROPER telah menjadi ruang pembelajaran bersama, dimana kepatuhan bukan lagi sekadar kewajiban, melainkan fondasi untuk berinovasi dan berkontribusi bagi bumi. Melalui berbagai inisiatif efisiensi sumber daya, pengelolaan limbah dan emisi, adaptasi terhadap perubahan iklim, konservasi keanekaragaman hayati hingga pengembangan sosial di sekitar wilayah operasi, para pelaku usaha menunjukkan bahwa nilai keberlanjutan dapat menjadi bagian dari strategi bisnis yang unggul dan berdaya saing. Melalui penerapan prinsip ekonomi hijau, peserta PROPER telah berperan penting dalam mendukung pencapaian target pembangunan berkelanjutan (SDGs) di Indonesia.

Buku ini menghimpun berbagai praktik terbaik dari perusahaan yang berhasil menunjukkan kinerja unggul dalam aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. Diharapkan, pengalaman dan inovasi yang tertuang di dalamnya dapat menjadi inspirasi bagi pelaku usaha lainnya untuk terus bertransformasi menuju praktik bisnis yang bertanggung jawab dan berdaya saing global.

Kami berharap publikasi ini tidak hanya menjadi dokumentasi prestasi, tetapi juga sumber inspirasi dan pembelajaran bagi dunia usaha, pemerintah daerah, dan masyarakat luas untuk terus memperkuat kolaborasi dalam mewujudkan pengelolaan lingkungan yang lebih baik.

Kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung penyelenggaraan PROPER, baik dari sektor pemerintah, akademisi, dunia usaha, maupun masyarakat. Semoga buku ini dapat menjadi rujukan yang bermanfaat dalam memperkuat komitmen bersama menuju Indonesia yang hijau, berkeadilan, dan berkelanjutan.

Dr. Rasio Ridho Sani, S.Si, M.Com., MPM.

Deputi Bidang Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan
Kementerian Lingkungan Hidup/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup
Republik Indonesia

A.Efisiensi Energi

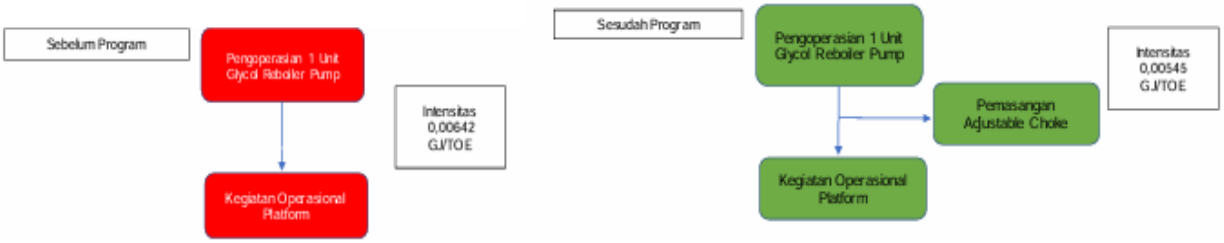
No	Nama Perusahaan	Judul Inovasi
1	**PT. Pertamina Hulu Energi - NSO**	**Optimalisasi penggunaan Glycol Reboiler Pump dengan pemasangan Adjustable Choke Connection Untuk Proses Dehidrasi Gas**

Salah satu peralatan utama dalam proses dehidrasi adalah glycol reboiler pump. Pompa ini berfungsi untuk memompa glycol (zat pengering) menuju reboiler untuk dipanaskan kembali dan digunakan kembali dalam sistem. Namun, dalam operasionalnya seringkali ditemukan permasalahan seperti ketidakstabilan dalam aliran glycol, fluktuasi tekanan dan volume, dapat menyebabkan masalah dalam proses dehidrasi gas dapat berdampak pada kualitas pompa tersebut. Penggunaan glycol reboiler pump yang tidak optimal/ketidakstabilan dapat menyebabkan konsumsi energi yang tinggi mencapai 0,2 MMSCFD atau setara dengan biaya operasional sebesar 894,7 USD per hari, sehingga meningkatkan biaya operasional dengan produksi gas yang saat ini hanya mencapai rata-rata 25,74 MMSCFD. Atas permasalahan tersebut perlu dilakukan modifikasi teknologi untuk mengurangi pemakaian gas pada glycol reboiler pump.

Kondisi sebelum program, proses dehidrasi ini memerlukan penggunaan Glycol Reboiler Pump dengan daya sebesar 44,8 kW, yang sering kali ditemukan permasalahan ketidakstabilan dalam aliran glikol. Aliran Glycol harus dijaga dengan tekanan/aliran sebesar 42,61 gallons per minute, kondisi saat ini tekanan ada di 56,14 gallons per minute. Akibat dari ketidakstabilan aliran glycol menyebabkan konsumsi energi dan beban kerja pompa Glycol Reboiler Pump yang tinggi mencapai total konsumsi bahan bakar sebesar 0,2 MMSCFD atau setara dengan biaya operasional 894,7 USD per hari.

Kondisi setelah program, implementasi pemasangan Adjustable Choke Connection pada Glycol Reboiler Pump menyebabkan laju aliran fluida dapat diatur secara presisi dan menjaga kestabilan tekanan di angka 42,61 gallons per minute. Dampak positif yang diberikan adalah beban pada glycol reboiler pump berkurang sekitar 20-30% dengan konsumsi energi setelah implementasi Adjustable Choke Connection sebesar 1.081,68 GJ atau 1.004 MMSCF per tahun. Penurunan konsumsi energi ini bukan hanya mengurangi beban kerja pompa, tetapi juga memperpanjang umur peralatan serta mengurangi frekuensi pemeliharaan yang Sertifikat Penghargaan EPSA dibutuhkan. Selain itu meningkatkan produksi gas yang lebih stabil dan konsisten. Inovasi ini merupakan program yang masuk kedalam kategori perubahan Komponen yang memberikan kriteria dampak Process Improvement yang bertujuan untuk mengefisiensikan dan meningkatkan proses produksi.

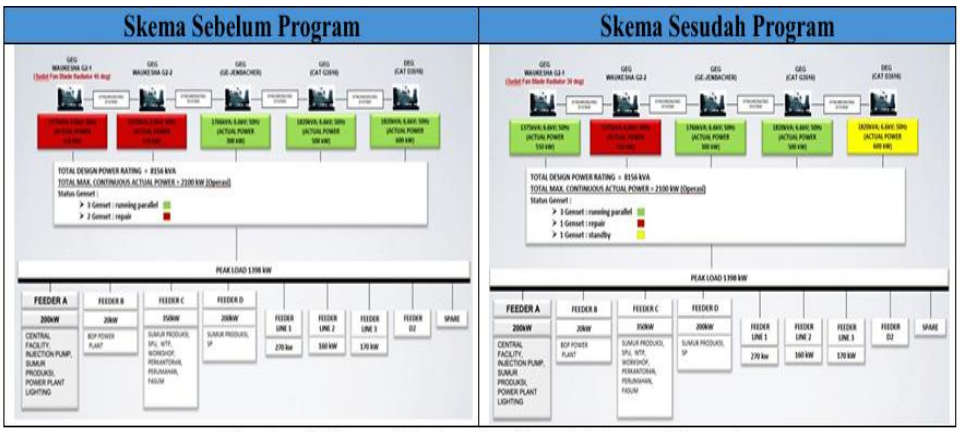
Inovasi ini terintegrasi dengan kajian LCA yang berada pada unit TEG System sehingga dengan terimplementasinya program ini dapat mengurangi dampak Abiotic Depletion Fossil sebesar 729.400,86 MJ. Selain itu, inovasi ini memiliki peluang perbaikan lingkungan akibat penerapan kajian Life Cycle Assessment. Program ini berada pada tahap siklus Production dengan kategori Energy minimized dikarenakan adanya penghematan energi yang didapatkan dengan adanya inovasi tersebut. Pada Circular Business Model inovasi ini tergolong pada skema wasted resources dimana terdapat pengurangan pemakaian bahan bakar fosil dikarenakan adanya inovasi ini. Value creation dari adanya program ini yaitu pada tahun 2023 dapat mengefisiensikan energi sebesar 192,69 GJ dan memperoleh penghematan sebesar Rp 156.685.178 dari anggaran Rp. 325.000.000.



Gambar 3 Skema sebelum dan sesudah inovasi

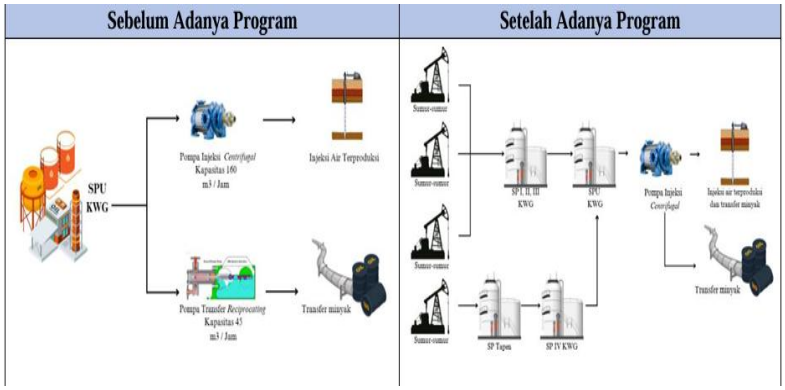
2	**PT Pertamina EP Asset 1 - Field Jambi**	**Gas Engine Re-Commissioning Melalui Motor Cooling System Stabilization untuk Pengganti Sistem Diesel Based Combustion Engine**

Sebelum adanya program, sistem pendingin Gas Engine Generator Waukesha G2.1 mengalami masalah serius akibat usia mesin 31 tahun dan kondisi core radiator yang sudah mengalami plugging. Beban kerja **electric motor fan (elmot)** radiator melebihi kapasitas (45º, 18 ampere, kapasitas 14 ampere) sehingga sering short dan menyebabkan temperatur mesin meningkat hingga 106 ºC. Sepanjang 2023, tercatat 13 kali kegagalan elmot radiator, mengakibatkan switching ke diesel engine untuk menjaga kontinuitas listrik. Dampaknya, biaya perawatan meningkat dan konsumsi bahan bakar solar membengkak hingga 297.165 liter per tahun.

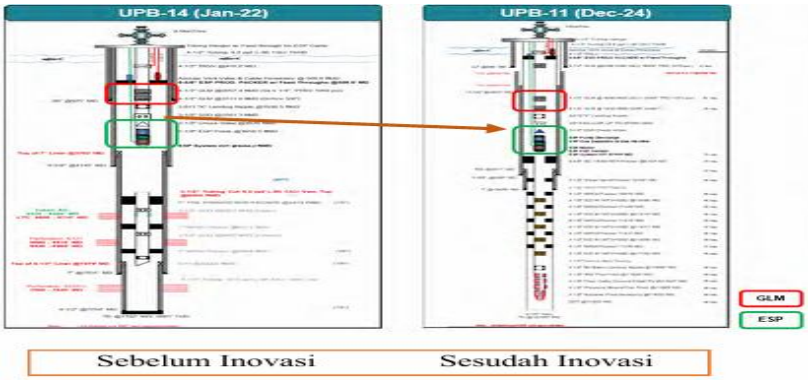


Gambar 5 Skema Sebelum dan Sesudah Inovasi Energi

Setelah inovasi, sudut fan blade diperbaiki dari 45º menjadi 30º sehingga arus beban turun menjadi 11 ampere (di bawah kapasitas), membuat cooling system lebih andal dengan temperatur stabil 82–85 ºC. Perbaikan ini memungkinkan gas engine kembali menjadi pembangkit utama, menekan konsumsi solar menjadi 154.590 liter per tahun atau efisiensi energi sebesar 148.401 liter setara 4.852,73 GJ. Program ini termasuk kategori **process improvement** dan *energy minimized* dalam kajian LCA, serta masuk skema *wasted embedded value* dalam circular business model. Value creation yang dihasilkan berupa penghematan biaya Rp3,47 miliar dengan modal hanya Rp15 juta, sekaligus menurunkan dampak lingkungan terkait konsumsi energi fosil.

3	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Cepu**	**INTERPOLASI (Integrasi Pola Operasi di Sumur Pengumpul Utama Kawengan)**
	Program **INTERPOLASI** di PT Pertamina EP Asset 4 – Field Cepu merupakan inovasi efisiensi energi dengan mengintegrasikan pompa transfer minyak reciprocating (GASO) dan pompa injeksi air centrifugal menjadi satu pompa centrifugal berstandar API610. Integrasi ini memungkinkan proses transfer minyak dan injeksi air dilakukan bersamaan, sehingga mempercepat operasional, menekan konsumsi energi, dan mengurangi emisi sebesar 26,12 GJ pada 2023 yang setara penghematan Rp36,4 juta. Selain menjaga stabilitas suplai minyak bagi konsumen, program yang diterapkan di SPU Kawengan ini juga mendukung komitmen perusahaan dalam penerapan *circular business model* melalui penghematan energi serta memperkuat praktik operasional ramah lingkungan sesuai kajian *Life Cycle Assessment (LCA)*. 

4	**Saka Indonesia Pangkah Limited**	**Penerapan Sistem Hybrid (ESP dan Gas Lift) di sumur UPB-14 dan UPB-11**
	Permasalahan awal yang dihadapi adalah meningkatnya kebutuhan energi di fasilitas produksi LPG, sehingga diperlukan langkah inovasi efisiensi energi. Upaya yang dilakukan meliputi **substitusi lampu neon dengan lampu energi terbarukan**, penggunaan **PC/laptop hemat energi**, **konversi bahan bakar vessel dari HSD ke biosolar (B30)**, serta implementasi **sensor photocell dan solar cell** untuk mendukung kebutuhan domestik. Selain itu, dilakukan juga pemasangan lampu tenaga surya di ruang terbuka hijau. Inisiatif-inisiatif tersebut berhasil menekan konsumsi energi di berbagai fasilitas produksi, pendukung, maupun kegiatan COMDEV. Inovasi besar lainnya dilakukan pada sistem produksi minyak, yaitu **konversi metode gas lift menjadi sistem Electric Submersible Pump (ESP)** di sumur UPB-14 dan UPB-11. Sistem baru ini bersifat hybrid (ESP dan gas lift) yang mampu mengurangi konsumsi gas di unit Gas Lift Compressor (GLC). Sebelumnya, kebutuhan gas injeksi di GLC mencapai 0,056 MMSCFD, sedangkan setelah inovasi berkurang hingga 0,05 MMSCFD. Perubahan sub sistem ini tidak hanya mengurangi kebutuhan fuel gas, tetapi juga membuka potensi optimasi sumur minyak dan gas yang sebelumnya shut-in untuk kembali berproduksi. Hasil dari program ini adalah **peningkatan produksi minyak sebesar 307 BOPD** dan penghematan fuel gas sebesar 9,06 MMSCF dalam 6 bulan. Secara finansial, hal ini memberikan efisiensi biaya senilai Rp1,045 miliar selama Januari–Juni 2024. Dari sisi lingkungan, berkurangnya konsumsi fuel gas juga berarti menurunkan emisi dan mendukung keberlanjutan. Dalam perspektif Circular Business Model menurut World Economic Forum, inovasi ini termasuk dalam skema **Production and Remanufacturing**,

	yaitu tetap menjaga produktivitas dengan lebih hemat energi dan ramah lingkungan.  	
5	**PEARLOIL (Sebuku) Ltd.**	**PROGRAM ETOPIA (EXCHANGING TO PNEUMATIC PUMP IN CHEMICAL INJECTION SYSTEM)**
	PearlOil (Sebuku) Ltd. mengembangkan program **ETOPIA (Exchanging to Pneumatic Pump in Chemical Injection System)** dengan mengganti pompa elektrik menjadi pompa pneumatik yang memanfaatkan udara bertekanan. Pompa pneumatik lebih efisien karena tidak membutuhkan listrik, berukuran lebih kecil, tahan lama, dan membutuhkan sedikit perawatan sehingga memberikan keunggulan dari sisi operasional maupun ruang instalasi. Implementasi ETOPIA menghasilkan efisiensi energi sebesar **69,37 GJ/tahun** di tahun 2023, setara dengan penghematan biaya listrik Rp28,28 juta. Nilai tambah lainnya berupa optimasi rantai nilai melalui pengurangan konsumsi energi di platform Ruby, menjaga keberlanjutan operasional, serta memberi dampak lingkungan positif. Selain itu, program ini juga mendorong transaksi ekonomi dengan pemasok melalui pembelian pompa dan aksesoris senilai Rp6 juta.	
6	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Tanjung**	**Peningkatan Performa Mesin Bolnes dengan Reengineering Injector Diesel dan Lapping Valve**
	Sebelum program dijalankan, mesin Bolnes di PEP Tanjung Field menghadapi masalah *fuel-air ratio* rendah (<14:1) serta kebocoran udara akibat *valve seat leakage* yang menyebabkan terhentinya transfer minyak mentah ke RU V Balikpapan, berisiko menimbulkan peningkatan tekanan pipa, kebocoran, hingga kehilangan produksi 0,5% (401,32 TOE). Setelah dilakukan penggantian injektor diesel dan *lapping valve*, proses kompresi menjadi stabil dengan *fuel-air ratio* meningkat ke 15:1–20:1 sehingga pembakaran lebih efisien, konsumsi bahan bakar menurun dari 14.957 L/tahun menjadi 13.499 L/tahun, dan kebocoran kompresi dapat dicegah. Inovasi ini belum pernah diterapkan di sektor Migas EP sejenis, sehingga memiliki nilai kebaruan sebagai upaya *process improvement* yang menghemat energi solar 1.458 liter/tahun.	

Gambar 7. Skema Sebelum dan Sesudah Inovasi Program Efisiensi Energi

Dampaknya, produsen mendapat nilai tambah berupa berkurangnya potensi *transfer stuck*, efisiensi energi absolut sebesar 62,29 GJ, serta penghematan biaya Rp31,4 juta dari anggaran Rp11 juta di 2023. Bagi konsumen, peningkatan kinerja mesin Bolnes berdampak pada kelancaran suplai minyak ke RU V Balikpapan sebesar 0,5% (401,32 TOE). Kajian *Life Cycle Assessment* (LCA) 2022–2024 menunjukkan penurunan dampak lingkungan seperti *Abiotic Depletion Fossil* (126,34 MJ ek) dan *Cumulative Energy Demand* non-renewable (134,49 MJ ek). Dengan pendekatan *Circular Business Model*, program ini tergolong pada skema *Waste Lifecycle* kategori *Lifecycle Service to Remanufacture* karena adanya *remanufacture* injektor diesel dan *lapping valve* yang mampu menekan konsumsi energi sekaligus mendukung operasional ramah lingkungan.

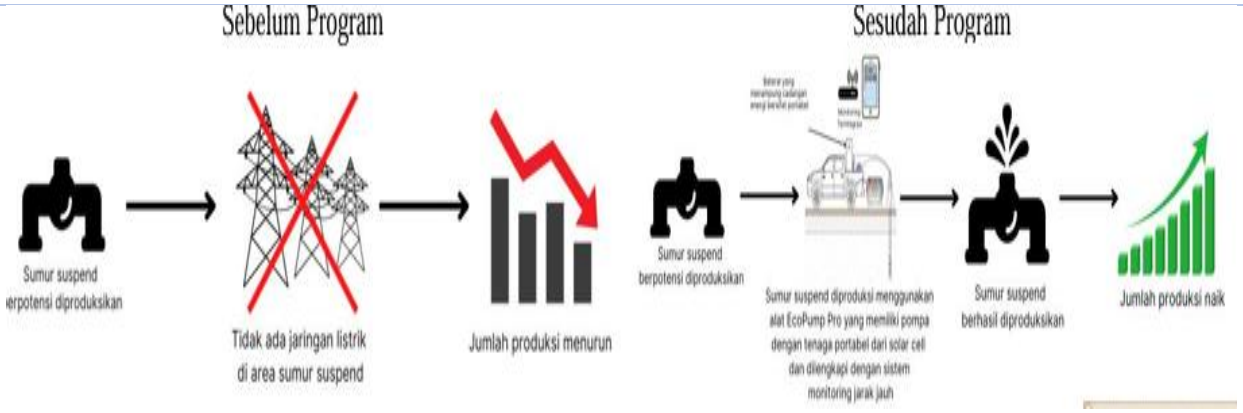
.

7	**PT Pertamina EP Asset 5 - Field Tarakan**	**EcoPump Pro: Peralatan Sedot Minyak Portable dengan Energi Mandiri dan Teknologi Pemonitoran Terintegrasi**

PT Pertamina EP Tarakan Field menghadapi penurunan produksi minyak akibat berkurangnya tekanan reservoir, sehingga perusahaan berupaya melakukan reaktivasi sumur suspend. Kendala utama adalah keterbatasan akses energi karena lokasi sumur tidak terhubung dengan jalur distribusi listrik. Dari permasalahan ini lahirlah inovasi **EcoPump Pro**, sebuah *electric submersible pump* yang bersifat portable, compact, dan dilengkapi dengan *downhole sensor unit* serta sumber energi *solar cell*. Teknologi ini memudahkan transportasi, pengoperasian di lokasi sulit dijangkau, sekaligus memberikan data real-time kondisi sumur untuk mengoptimalkan produksi dan menjaga keselamatan operasi.

Implementasi EcoPump Pro memungkinkan sumur suspend yang sebelumnya tidak aktif kembali berproduksi. Program ini terbukti mampu menghemat energi listrik sebesar **556.185 kWh** atau setara efisiensi **2.002 GJ** pada tahun 2023, dengan penghematan biaya listrik mencapai **Rp803.131.372**. Dari sisi produksi, mitra RU V Balikpapan memperoleh tambahan potensi produksi hingga **47.000 barrel oil** dalam proyeksi 5 tahun. Inovasi ini juga memberikan keuntungan bagi supplier melalui pengadaan instalasi dan perangkat, sekaligus membuka peluang industrial symbiosis melalui berbagi pengetahuan dengan perusahaan lain di sektor migas eksplorasi dan produksi.

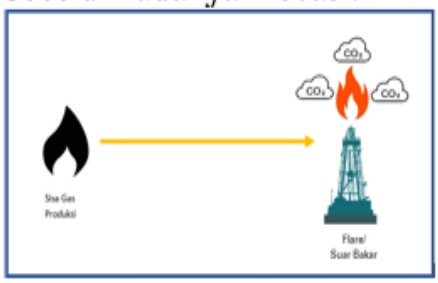
Selain efisiensi energi dan peningkatan produksi, EcoPump Pro memiliki nilai tambah strategis berupa kontribusi pada **Life Cycle Assessment (LCA)** di unit Well Operation, Workover & Intervention tahun 2022–2023. Program ini juga mendukung penerapan *circular economy* melalui penghematan sumber daya energi serta penerapan teknologi ramah lingkungan. Keberhasilan inovasi ini diperkuat dengan diperolehnya paten resmi pada **25 Agustus 2023 (IDS000006898)**, menandai posisi PT Pertamina EP Tarakan sebagai pelopor solusi teknologi berkelanjutan di industri migas.



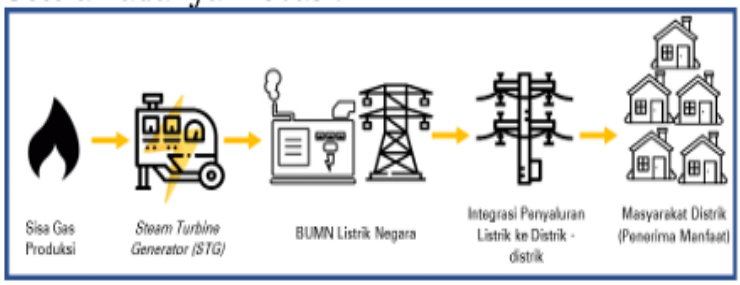
8	**BP Berau, Ltd.**	**Distriku Terang Kitorang Senang.**

Permasalahan awal dari program ini adalah kelebihan gas yang dihasilkan di produksi LNG dan Kondensat dibakar pada suar bakar (flaring), sehingga menghasilkan emisi GRK dan pemborosan energi. Internal BP Berau Ltd melakukan kajian analisa terkait kelebihan gas yang dapat dimanfaatkan. Sisa gas yang harusnya di flaring dikonversi menjadi listrik menggunakan unit STG (Steam Turbine Generator). Di sisi lain, masyarakat Distrik SP2, SP3, SP4, SP5, Saengga, Tanah Merah, Taroi, Arandai, Irira dan Manunggal, Papua Barat hanya dialiri listrik 12 jam dari jam 6 sore sampai 6 pagi, hal ini karena pasokan dan transmisi listrik masih sangat minim. Dengan adanya inovasi Distriku Terang Kitorang Senang dari BP Berau Ltd gas yang dikonversi menjadi listrik dialirkan ke masyarakat melalui Kerjasama dengan BUMN yang melayani & mengelola listrik negara.

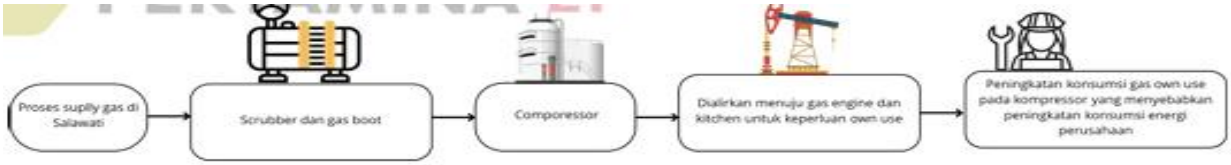
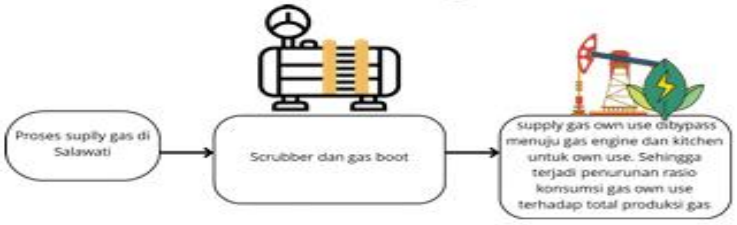
Sebelum adanya inovasi:

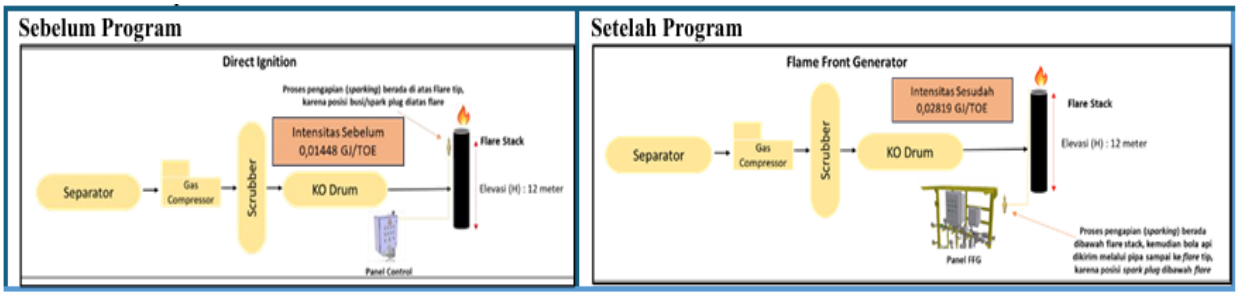


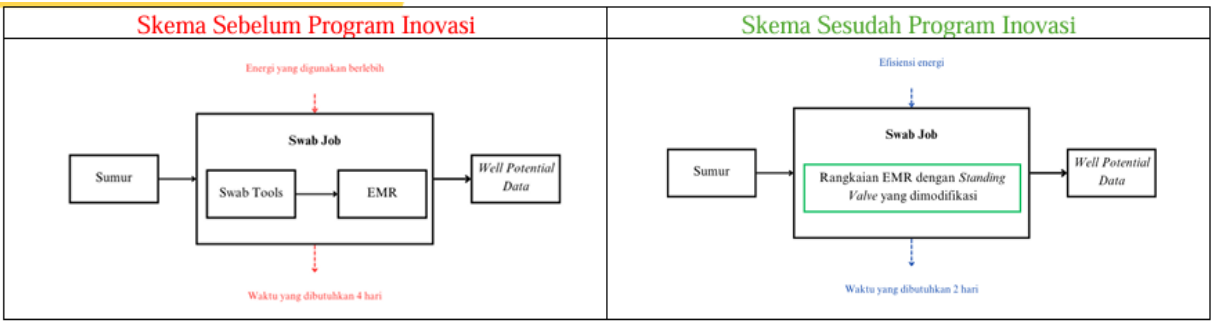
Setelah adanya inovasi:

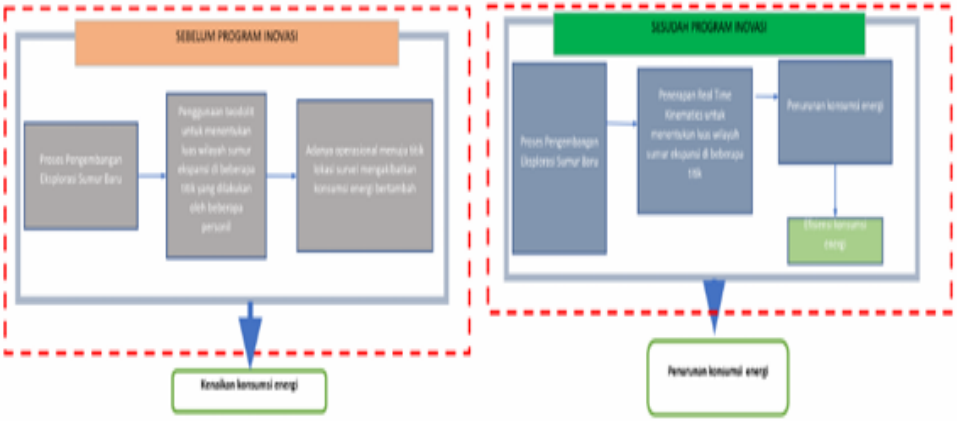


Dampak lingkungan dari program inovasi ini dapat memberikan listrik ke masyarakat sebesar 3,793.78 GJ pada tahun 2023 dan penghematan anggaran sebesar Rp 1.475.360.234. Nilai tambah dari program ini adalah rantai nilai dan keuntungan yang diperoleh bagi produsen/perusahaan yaitu dapat mengurangi pemborosan energi dan mengurangi emisi GRK yang dihasilkan dari suar bakar. Konsumen/masyarakat dapat menerima listrik 24 jam dengan harga yang murah dibandingkan standard listrik di Papua Barat. Adanya pasokan listrik dari BP Berau Ltd, sebanyak 2,724,899 rumah (1,053,828kWh) dapat dilayani sehingga produktifitas masyarakat dapat meningkat. Supplier dapat memberikan pemasukan ke pihak supplai STG sebesar Rp 10,220,000,000 selain itu pihak BUMN yang melayani dan mengelola dan menyalurkan listrik ke masyarakat juga mendapatkan keuntungan dari harga listrik dari BP Berau Ltd yang jauh di bawah standard.

9	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Papua**	**FUELMAP (Fuel Efficiency through Pipeline and Gas System Modification at Salawati)**
	Inovasi ini dilatarbelakangi oleh besarnya penggunaan gas dilapangan Salawati untuk keperluan own use gas sebesar 135,92 MMSCF/26% dari keseluruhan produksi gas di lapangan Salawati. Sebelum adanya program inovasi, sistematika proses cukup kompleks dimana gas dari scrubber dialirkan menuju unit gas compressor dan dilanjutkan ke unit own use gas engine untuk nantinya digunakan aktifitas produksi atau operasional. Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, Pertamina EP-Papua Field melakukan inovasi FUELMAP (Fuel Efficiency through Pipeline and Gas System Modification at Salawati) yang berdampak pada perubahan sub sistem value chain optimisation dengan melakukan modifikasi jalur pipa menuju own use gas engine. Setelah adanya inovasi ini dapat membuat proses distribusi gas menjadi lebih sederhana, dimana gas dari scrubber di bypass langsung menuju own use gas engine.	
	Program FUELMAP (Fuel Efficiency through Pipeline and Gas System Modification at Salawati) berdampak pada perubahan sub sistem dan nilai tambah Value Chain Optimisation, dimana Pertamina EP-Papua Field sebagai produsen mampu melakukan penghematan penggunaan energi gas alam sebanyak 34.661 GJ atau setara dengan penghematan sebanyak Rp 8.847.342.299, kemudian mampu menghilangkan potensi kerugian konsumen yaitu perusahaan Refinery Unit (RU) sebesar Rp 948.000.000/hari akibat terganggunya proses distribusi minyak, dan memberikan keuntungan terhadap vendor supplier pipa PT Ramai Jaya Abadi sebesar Rp 112.000.000.  **Sebelum Program**  **Setelah Program** Program FUELMAP (Fuel Efficiency through Pipeline and Gas System Modification at Salawati) dilaksanakan di unit di unit Gas engine dan Gas Kompresor yang telah masuk kedalam ruang lingkup Kajian LCA Tahun 2024. Dalam life cycle assessment produk minyak, unit Gas engine dan Gas Kompresor termasuk dalam ruang lingkup production. Pelaksanaan Program ini, berdampak pada penggunaan Wasted Capacity, dimana terdapat pengurangan konsumsi energi dengan metode modifikasi jalur pipa fuel system.	

10	**EMP Bentu Limited**	**Redesign Ignition System pada Flare Stack dari Direct Ignition System menjadi Flame Front Ignition System**
	Inovasi ini memiliki unsur kebaruan dan pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor Migas EP menurut Buku Best Practice Tahun 2018-2023 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Sebelum program ini berjalan, proses pengapian dilakukan dengan Direct Igintion System dimana secara kehandalan dinilai kurang stabil dan sering mengalami kegagalan apabila dalam kondisi cuaca ekstrem karena posisi spark plug atau busi berada diatas flare tip (+ 12 meter diatas tanah). Setelah adanya program, perusahaan menerapkan redesign ignition system pada flare stack menjadi Flame Front Generator dimana proses penyalaan api flare stack atau proses sparking dilakukan dibawah flare stack dan bola api dikirim melalui pipa yang terhubung ke atas flare tip. Sistem ini juga memiliki daya tahan yang lebih baik terhadap kondisi ekstrem seperti tekanan tinggi dan fluktuasi temperatur, serta mampu menyalakan api yang lebih stabil dan penggunaan energi menjadi lebih efisien. Program ini tergolong kategori perubahan komponen dengan kualifikasi Process Improvement.  Nilai tambah pada produsen (perusahaan) dapat membantu mengurangi konsumsi gas alam sebesar 10.056,44 MMBTU selama tahun 2023. Program inovasi ini sudah terintegrasi dengan kajian LCA dimana terletak pada unit Flare Stack (Gas Compressor) proses produksi yang memberikan penurunan dampak Abiotic Depletion Fossil sebesar 10,39 MJ ek pada peluang perbaikan lingkungan akibat penerapan Life Cycle Assessment dan berada pada tahap siklus Production dengan kategori Energy Minimized. Kemudian dihadapkan pada Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema wasted lifecycle. Value Creation dari adanya program ini yaitu dapat menghasilkan efisiensi energi (absolut) sebesar 10.389,56 GJ dan menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 647.855.407 dari anggaran biaya Rp 1.400.000.000 pada tahun 2023.	

11	**PT. Pertamina EP Asset 1 - Field Pangkalan Susu**	**Modifikasi Standing Valve pada Rangkaian Electrical Memory Recorder untuk Percepatan Perolehan Well Potential Data**
	Sebelum adanya inovasi, dalam mendapatkan data tekanan dan temperatur yang aktual saat swab job membutuhkan waktu yang lama. Hal ini dikarenakan belum adanya teknologi yang berfungsi untuk melakukan running electrical memory recorder (EMR) saat pelaksanaan swab job. Penentuan nilai potensial sumuran dilakukan melalui pendekatan data fluid level menggunakan swab tools yang dilakukan setelah swab job selesai di malam hari sehingga diperlukan waktu 4 hari. Kebutuhan konsumsi solar setiap kali swab job dilakukan adalah sebesar 800 liter. Sesudah adanya program inovasi, dilakukan modifikasi standing valve sebagai alat penghantar electrical memory recorder (EMR) dengan menggunakan nipple 2.7/8" sebagai hanger yang dikoneksikan dengan tubing pada saat mausk rangkaian packer. Standing valve berguna sebagai alat penghantar sekaligus stopper agar EMR dapat membaca data bawah sumur saat swab job dilakukan.  Berdasarkan kajian LCA, inovasi ini berada di unit proses pengeboran sumur dan mampu menurunkan dampak Cumulative Energy Demand Non Renewable (CEN) sebesar 142,914 MJ pada tahun 2023 yang berada pada tahap siklus production dengan kategori energy minimized dikarenakan adanya penghematan energi yang didapatkan dengan adanya inovasi tersebut. Kemudian, dilihat pada circular business model inovasi ini tergolong pada skema wasted embedded value dimana terjadi pengurangan pemakaian bahan bakar fosil berkat adanya inovasi ini. Value creation dari adanya program ini adalah dapat melakukan efisiensi energi (absolut) sebesar 70,46 GJ dan menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 43.100.000,00 dengan anggaran biaya sebesar Rp 120.000.000,00 pada tahun 2023.	
12	**Petrochina International Jabung Ltd - (Gas)**	**Real Time Kinematic Navigation Satellite System untuk Mempercepat Perolehan Data Pemetaan Sumur Baru**
	Sebelum program inovasi, pada proses pengembangan ekplorasi sumur baru perusahaan melakukan pengukuran dengan melakukan pemetaan menggunakan teodolit untuk menentukan luas wilayah sumur ekspansi dan penentuan instalasi trunkline. Akibat banyak pekerjaan pengukuran dilakukan menggunakan teodolit yang menuntut penggunaan energi lebih besar. Teodolit, alat optik tradisional untuk mengukur sudut horizontal dan vertikal, sering kali memerlukan pengaturan manual yang kompleks serta membutuhkan kehadiran beberapa operator. Sesudah program inovasi, Real Time Kinematics (RTK) menyediakan solusi modern yang secara signifikan mengefisiensi penggunaan energi dalam survei dan pemetaan lahan, dibandingkan dengan metode tradisional seperti penggunaan teodolit. Kelebihan utama RTK adalah kemampuannya untuk memberi hasil pengukuran yang sangat akurat dalam waktu yang lebih singkat tanpa memerlukan banyak interaksi manual di lapangan.	



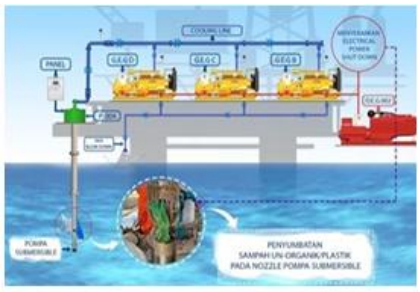
13	**Petrochina International Jabung Ltd - (Minyak)**	**Pembuatan rigbase concrete permanen**

Sebelum program inovasi, dalam proses eksplorasi sumur baru perusahaan menerapkan sistem concrete platform rig base. Dalam pembuatan concrete platform perusahaan memerlukan beberapa alat berat seperti Excavator, Dozer, Jack Hammer, Crane, Concrete mixer truck, Concrete pump, Vibrating plate compactor, dan formwork equipment. Penggunaan alat berat yang cukup banyak ini menyebabkan pemakaian energi dari penggunaan bahan bakar meningkat. Selain itu, dengan sistem concrete platform rig base tidak dapat digunakan untuk melakukan sistem pengeboran multi-well. Perusahaan akan kesulitan jika pada tahap eksplorasi setelah pembangunan concrete platform rig base sumur yang drill ternyata memiliki kadar air yang lebih besar dibandingkan dengan kadar minyak.

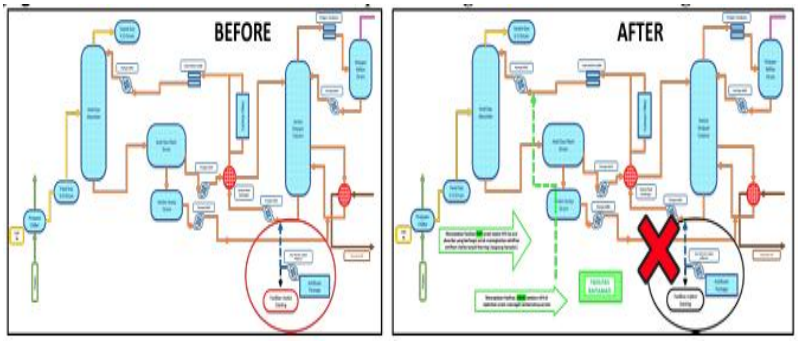
Sesudah program inovasi, perusahaan mengganti sistem instalasi rig base dengan implementasi sistem modular concrete rig base. Sistem modular concrete rig base ini dapat mengeliminasi beberapa alat berat dan memungkinkan rig base untuk dimobilisasi sesuai dengan kebutuhan. Hal ini dikarenakan sistem modular concrete dibuat dengan model modular yang dapat dipasang dan dilepas sesuai dengan kebutuhan, selain itu kelebihan dari sistem ini adalah dapat melakukan drilling dengan model multi-well. Inovasi ini merupakan yang pertama kali dilakukan pada sektor industri migas eksplorasi dan produksi di Indonesia dan belum pernah ada pada buku Best Practice tahun 2018-2023 oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Program inovasi ini termasuk dalam perubahan komponen dengan klasifikasi process improvement karena dilakukan efisiensi penggunaan solar melalui Implementasi Modular Concrete Rigbase untuk Melakukan Pengeboran Multi-well sehingga perusahaan berhasil menurunkan energi sebesar 2,337.69 GJ pada tahun 2024, dan berhasil memberikan penghematan bagi perusahaan sebesar Rp 1,347,010000, serta mampu memberikan nilai tambah layanan produk.

14	**PT. Pertamina Hulu Energi - Offshore North West Java (PHE ONWJ)**	**Peningkatan Keandalan (Reliability) Cooling System Gas Engine Generator dengan Inovasi Teknologi High Temperature Preventer Cage (HTPC) untuk Menurunkan Konsumsi Bahan Bakar Diesel Engine Generator di Anjungan Lepas Pantai KLA**

Sebelum adanya program, pada Gas Engine Generator (GEG) KLA menggunakan media air laut sebagai pendingin yang dialirkan menggunakan Electrical Submersible Pump (ESP) namun telah terjadi penurunan performa pada sistem pendinginan sehingga GEG mengalami 3x shutdown. Hal tersebut dikarenakan adanya penurunan tekanan hisap ESP yang disebabkan oleh sumbatan pada nozzle pompa akibat adanya sampah anorganik. Untuk mencegah shutdown-nya fasilitas produksi, maka saat GEG mengalami shutdown, Diesel Engine Generator (DEG) akan otomatis running sehingga seluruh kelistrikan di KLA akan ter-back up dan produksi terjaga. Berdasarkan permasalahan tersebut, PT PHE ONWJ menciptakan

	dan mengimplementasikan program inovasi teknologi HTPC di sistem pendinginan GEG area KLA flowstation yang telah masuk dalam ruang lingkup kajian LCA 2023 pada bagian Production LCA produk minyak dan gas. Setelah adanya program Inovasi teknologi HTPC ini mampu bekerja pada suhu operasi fluida yang tinggi sesuai kebutuhan di KLA flowstation sehingga setelah diterapkan program inovasi HTPC, material anorganik yang menyumbat nozzle pompa ESP pendinginan sangat berkurang. Hal tersebut ditandai dengan tekanan pompa hisap ESP yang lebih stabil dan temperatur GEG menjadi lebih baik sehingga keandalan GEG pun meningkat yang berujung pada menurunnya konsumsi bahan bakar fuel yang seharusnya digunakan untuk mengoperasikan backup DEG saat cooling system GEG terganggu.	
	 **Gambar 7a.** Sebelum Implementasi **Gambar 7b.** Sesudah Implementasi Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah efisiensi energi dari own used gas compressor pada pada tahun 2023 sebesar 2.566,08 GJ yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 1.661.461.312,-. Nilai tambah dari program inovasi ini berupa perubahan rantai nilai yang memberikan keuntungan pada perusahaan/produsen, konsumen, dan supplier, sebagai berikut:	
15	**Medco Energi Sampang Pty. Ltd.**	**Aplikasi Perubahan Variabel Kecepatan Secara Manual Pada Kompresor Sesuai Dengan Beban Laju Alirnya**
	Grati Onshore Compressor (GOC) adalah bagian dari sistem kompresi yang bertujuan menaikkan tekanan gas untuk selanjutnya dikirim ke pengguna. Dengan menurunnya produksi maka laju alir gas yang melewati kompresor juga menurun dan seharusnya juga menyebabkan berkurangnya konsumsi bahan bakar gas. Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi berasal dari Perusahaan, Pada saat kondisi normal operasi, fluktuasi laju alir yang melewati kompresor tidak mempengaruhi jumlah konsumsi bahan bakar gas yang digunakan Gas Turbine Compressor (GTC) sebagai penggerak kompresor. ada penurunan laju alir adalah konstan. Dampak dari program ini adalah penghematan konsumsi energi tahun 2023 (September-Desember 2023) sebesar 11.782 GJ dan tahun 2024 (hingga Juni 2024) sebesar 17.676 GJ, setara dengan penghematan konsumsi bahan bakar gas sebesar Rp. 1.225.791.666,67 pada tahun 2023 dan penghematan Rp. 1.838.687.500,00 tahun 2024 (hingga Juni 2024). Nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa perubahan perilaku dari personil operasi untuk memantau dan mengatur penghematan konsumsi bahan bakar gas untuk kegiatan produksi.	

	 Penyesuaian Kecepatan Putar Kompresor secara Manual Program Aplikasi perubahan Variabel Kecepatan secara Manual pada Kompressor sesuai dengan beban laju dilaksanakan di Unit Gas Compression proses produksi gas, dan telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2023. Dalam life cycle assessment distribution, unit Gas Compression merupakan bagian dari Production untuk proses produksi gas. Pelaksanaan dari program ini, berdampak pada waste embedded value (energy recovery), karena termasuk dalam efisiensi energi serta penghematan konsumsi bahan bakar gas.	
16	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Donggi Matindok**	**Mencegah Loss Production Opportunity pada AGRU CPP Matindok dengan Inovasi RAFI AMAD (Reposition Antifoam Injection & Application Mixer Antifoam Dilution)**
	RAFI (Reposition Antifoam Injection); pada kondisi sebelumnya, ditemukan bahwa lokasi injeksi antifoam yang terletak setelah unit Carbon Filter menyebabkan antifoam menjadi terserap dan menimbulkan foaming serta pemborosan energi. Oleh karena itu, perusahaan memindahkan titik injeksi antifoam langsung ke sub unit AGRU, yaitu H2S Absorber, sehingga antifoam dapat berkontak langsung dengan fluida tanpa terserap oleh Carbon Filter. Langkah ini dapat mengurangi foaming dan meningkatkan efisiensi energi sebesar 17,34 GJ karena dengan memindahkan titik injeksi, menyebabkan tidak perlunya pompa tambahan. Bagian kedua yaitu AMAD (Application Mixer Antifoam Dilution); Selain perubahan lokasi injeksi, ditemukan juga bahwa konsentrasi dan viskositas antifoam mempengaruhi kinerjanya. Perusahaan menemukan bahwa campuran antifoam Gambar 5. Penghargaan AEA dengan demineralized water (demin water) dengan rasio 50:50 menghasilkan kinerja terbaik untuk mengurangi foaming dan menjaga stabilitas reaksi di AGRU serta dapat meningkatkan efisiensi energi sebesar 151,758.37 GJ.	



Gambar 6. Kondisi *Before After* Inovasi

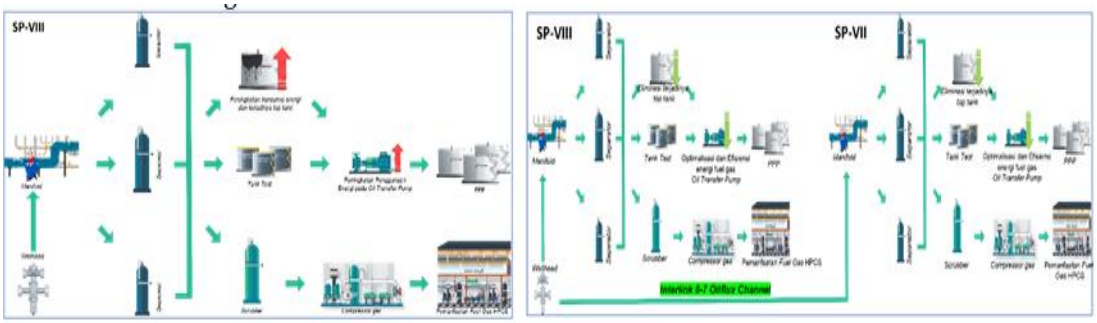
Dengan implementasi inovasi ini, perusahaan telah meningkatkan hasil absolut efisiensi energi sebesar 151,775.72 GJ (17,34 GJ + 151,758.37 GJ) dan dapat memperoleh penghematan sebesar Rp 18.044.593.629; sedangkan untuk melaksanakan inovasi ini membutuhkan anggaran sebesar Rp 2.900.000 pada tahun 2023. Melalui inovasi ini, perusahaan mampu menjaga keberlanjutan lingkungan melalui peningkatan efektivitas operasioal di AGRU sehingga penggunaan energi dapat berkurang, hal ini berdampak pada penurunan emisi yang timbul akibat foaming. Selain itu, berdasarkan hasil laporan kajian Life Cycle Assessment (LCA) tahun 2023, unit AGRU juga sudah termasuk dalam ruang lingkup kajian pada proses gate.

Terdapat Value Creation bagi perusahaan melalui implementasi inovasi RAFI AMAD, yaitu terjadi penurunan potensi flaring akibat foaming dari yang semula 162.965,85 GJ menjadi hanya sebesar 11.207,48 GJ atau peningkatan efisiensi energi sebesar 93,12% pada tahun 2023. Selain itu, terdapat nilai tambah bagi PT Jashen Mitra Sinergi selaku supplier chemical antifoaming sebesar Rp 880.396.384 dan terdapat nilai tambah bagi konsumen/buyer yaitu realisasi lifting gas sebesar nominasi yang sesuai dengan kesepakatan pada Perjanjian Jual Beli Gas dari menurunnya flaring sehingga tidak ada gas yang terbuang dan seluruh sales gas dapat diserahkan ke buyer secara tepat waktu tanpa terkendala gangguan operasi serta sales gas yang dikirim dalam kualitas terbaik.

17	**PT Pertamina EP Asset 1 - Field Rantau**	**Program Interlink 8-7 Oilflux Channel merupakan program inovasi efisiensi energi dengan modifikasi aliran fluida dari well menuju ke SP-VIII dan SP-VII.**

Pelaksanaan program: Sebelum adanya program, SP-VIII didominasi air terproduksi dengan KA 96%, menyebabkan pompa bekerja nonstop 24 jam, mengakibatkan kerusakan, peningkatan konsumsi gas, LPO tinggi, serta overcapacity dan kebocoran di flowline. SP-VII, dengan gross produksi rendah dan jarak dekat, dipilih untuk aliran tambahan.

Setelah implementasi, program meningkatkan efisiensi energi, mengurangi konsumsi gas, menurunkan running hour pompa di SP-VIII, menurunkan LPO, meningkatkan revenue sumur P-101, serta mencapai zero accident. Program ini dilakukan di unit SP yang telah masuk dalam scope kajian LCA tahun 2023. Program ini berada di unit SP-VIII dan SP-VII (Stasiun Pengumpul) yang masuk ruang lingkup kajian LCA 2023, dengan ruang lingkup Production.



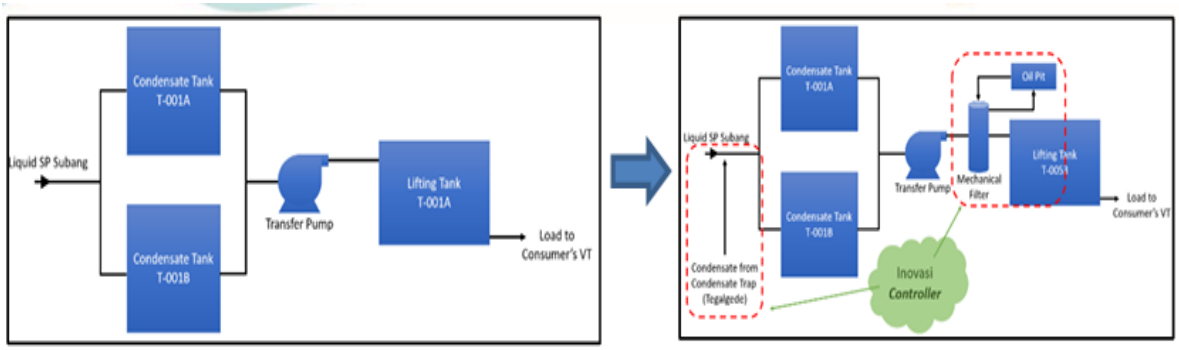
Sebelum Setelah

Kategori perubahan yang dilakukan: Program berdampak pada perubahan komponen dengan nilai tambah perubahan layanan produk, dimana terjadi process improvement dan keuntungan.

Dampak pelaksanaan program: Bagi perusahaan: Efisiensi energi 786,44 GJ, setara penghematan biaya Rp.4.657.233.703,19, mengurangi running hour pompa transfer SP-VIII dari 24 jam menjadi 20 jam, Penurunan LPO sebesar 621 bbls, Menambah revenue sumur produksi P-101 sebesar Rp.2.957.978.694,00, Tidak adanya top tank, Zero accident. Bagi Pihak Ketiga: Penghematan biaya jasa NDT dan thickness pada flowline sebesar Rp. 1.049.999,00 oleh PT Nusakura Standarindo, biaya hidrotest Rp1.000.000,00 oleh PT Sinar Tamiang.

18	**PT Pertamina EP Asset 3 - Field Subang**	**Pemenuhan Target Produksi Kondensat Menggunakan Inovasi Controller (Condensate Trap & Mechanical Filter)**

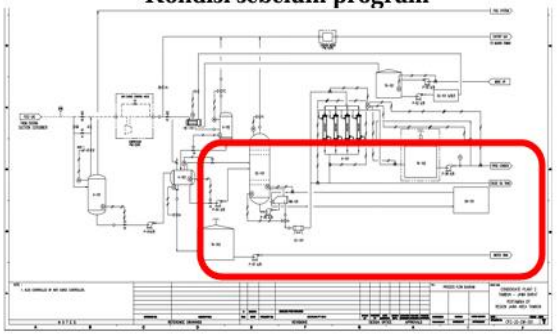
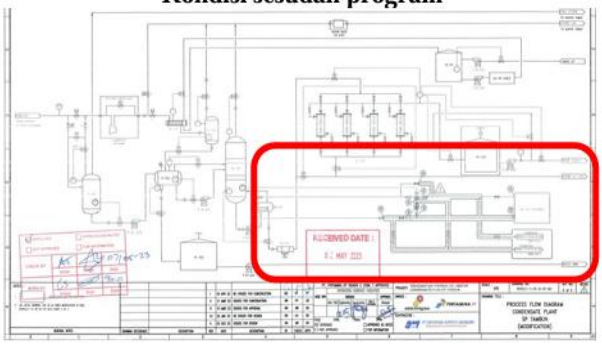
PT Pertamina EP Subang Field menghasilkan produk selain minyak dan gas yaitu kondensat. Salah satu fasilitas penghasil kondensat adalah Stasiun Pengumpull Subang (SP SBG). Beberapa permasalahan yang menyebabkan penurunan produksi kondensat yaitu terbatasnya sarana produksi yang hanya bergantung pada kondensasi di SP SBG, sehingga menyebabkan kuantitas produksi kondensat tidak stabil. Performa fasilitas produksi juga menyebabkan banyaknya impurities pada produk kondensat sehingga menyebabkan kualitas kondensat tidak sesuai dengan permintaan konsumen.

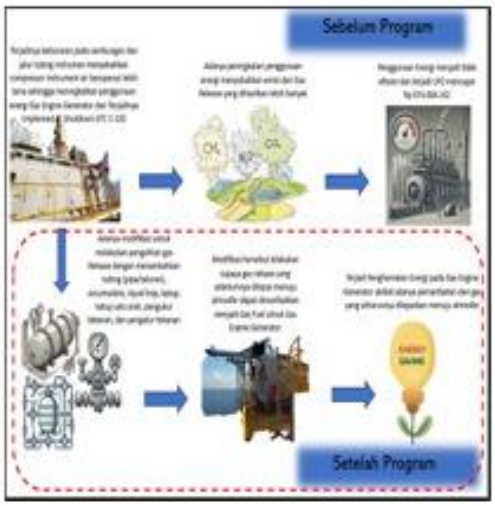


Gambar 6. *Before-after* Penerapan Inovasi *Controller*

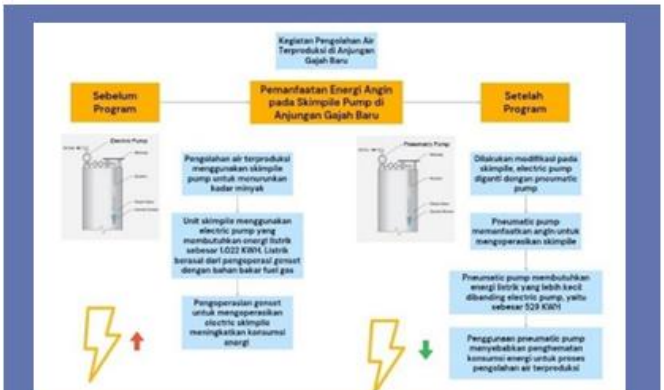
Untuk memperbaiki kualitas kondensat, pada pompa lifting di SP SBG dipasang Mechanical Filter yang berfungsi untuk menyerap kandungan impurities seperti hidrokarbon dan lumpur. Melalui penerapan inovasi ini terdapat penghematan energi dari substitusi penggunaan pompa transfer dan perbaikan kinerja pompa lifting. Total penghematan konsumsi energi dari inovasi Controller ini secara keseluruhan memberikan penurunan sebesar 4,242,28 GJ/tahun yang setara dengan penghematan sebesar Rp 6.238.895.277,00.

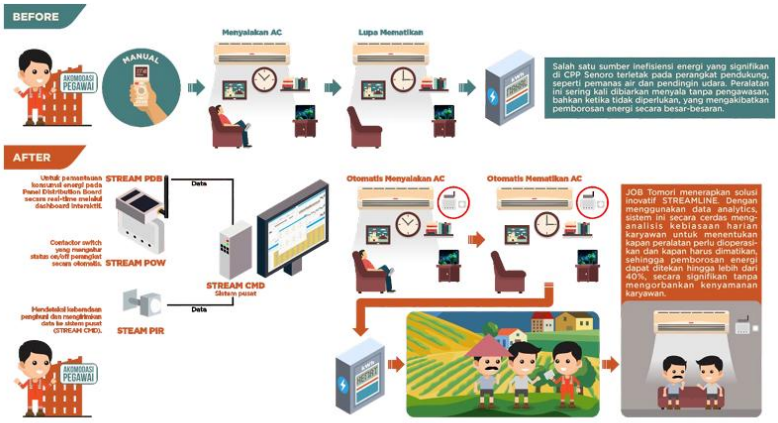
Program inovasi ini berdampak pada nilai tambah berupa value chain optimization karena adanya keuntungan yang dirasakan bagi produsen yaitu peningkatan kuantitas kondensat dari 120 BCPD pada tahun 2023 menjadi 139 BCPD pada tahun 2024. Pemenuhan terget lifting kondensat juga memberikan keuntungan penghematan energi sebesar 4.242,28 GJ/tahun dan penghematan sebesar Rp 6.238.895.276,89. Keuntungan bagi konsumen yaitu perbaikan kualitas yang sesuai dengan spesifikasi dan telah disepakati pada Perjanjian Juali Beli Kondensat (PJBK) antara PT Pertamina EP Subang Field dengan PT Pertamina Patra Niaga. Keuntungan bagi supplier yaitu pengadaan material dan fabrikasi dengan PT Sekar Techno sebesar Rp 170.213.400,00 dan supplier filter Jonell, Inc sebesar Rp 8.568.000,00 per tahun. Keuntungan bagi lingkungan yaitu penghematan sumber daya dari own use gas dan listrik dengan total sebesar 4.242,28 GJ/tahun. Program inovasi ini berdampak pada unit proses Tangki Produksi SP SBG, dimana unit tersebut telah masuk ke dalam ruang lingkup kajian LCA perusahaan tahun 2023. Hal ini merupakan upaya perusahaan dalam mengidentifikasi peluang untuk meningkatkan kinerja lingkungan dari daur hidup produk minyak dan gas, khususnya yang berada pada ruang lingkup Production dalam bentuk energy minimized. Dampak penghematan energi dari program ini merupakan suatu bentuk Energy Recovery yang dilakukan oleh perusahaan dalam menerapkan salah satu karakteristik Circular Business Model yaitu pada nilai Wasted Embedded Value.

19	**PT Pertamina EP Asset 3 - Field Tambun**	**Pemasangan Unit Thermal Oil Heater Baru Pada Condensat Plant Tambun Field**
	Permasalahan awal, Condensate Plant (CP) di Field Tambun berfungsi mengekstrak liquid dari fraksi berat gas alam. Sejak 2016 hingga April 2023, tidak ada pengeboran sumur baru, operasional hanya mengoptimalkan proses lifting untuk menanggulangi natural decline produksi minyak dan gas serta kondensat. Namun, sering terjadi kehilangan produksi kondensat karena peralatan yang tidak memadai dan unplanned shutdown pada Thermal Oil Heater (TOH) tanpa unit cadangan. PT Pertamina EP Tambun Field mengatasi masalah ini dengan memasang TOH baru yang lebih efisien dan menggunakan bahan bakar gas rendah konsumsi untuk mengurangi kehilangan produksi dan meningkatkan efisiensi energi.	
	Kondisi sebelum program  **Kondisi sesudah program**  Setelah dilakukan penggantian New Thermal Oil Heater Condesate Plant SP Tambun, tidak ada lagi Unplanned shutdown sehingga menghemat biaya LPO produksi kondensat sebesar 69.300 BBLS, setara dengan Rp 48.884.220.000,-. rogram inovasi ini merupakan perubahan sistem yang memberikan nilai tambah pada rantai nilai dengan memasang unit Thermal Oil Heater (TOH) baru di condensate plant Tambun Field. Keuntungan pada produsen, efisiensi energi pada TOH baru karena pemakaian fuel gas berkurang jika dibandingkan dengan TOH Eksisting. Kualitas gas yang dijual ke konsumen tetap terjaga, tidak ada kondensat ter recovery pada fuel system konsumen gas yang mampu mengganggu kegiatan operasional mereka. Sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan. Pada konsumen, kualitas gas untuk konsumen terjaga tanpa kondensat ter-recovery, sehingga tidak mengganggu operasional dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Pada supplier, SP Tambun menyuplai 20,06% gas untuk turbin generator listrik PT PJB, berperan penting dalam distribusi listrik di Pulau Jawa dan Bali penghentian pasokan gas ini akan mengganggu pasokan listrik di kedua pulau.	

20	**PT Pertamina Hulu Energi - West Madura Offshore (PHE WMO)**	**Inovasi POWERSEAL (Precision Optimization for Gas Reliability and Efficiency)**
	Inovasi POWERSEAL merupakan perubahan Sub-Sistem dengan dampak berupa value chain optimization dimana terjadi perubahan pada alur produksi yang dampak atau manfaatnya dirasakan oleh berbagai pihak baik supplier maupun customer/konsumen.  **Gambar 8** Perbedaan Sebelum dan Sesudah Inovasi POWERSEAL Lebih lanjut, insan PHE WMO menciptakan inovasi untuk memanfaatkan gas release dengan modifikasi berupa seperti tubing (pipa/saluran), accumulator, liquid trap, katup, katup satu arah, pengukur tekanan, dan pengatur tekanan. Komponen tersebut seluruhnya berasal dari Limbah Padat non B3 PHE WMO yang kemudian dilakukan modifikasi sehingga juga dapat mengurangi volume timbulan limbah padat non B3. Inovasi ini merupakan hal baru dan pertama kali diimplementasikan di Indonesia dalam industri Migas EP berdasarkan buku Best Practice 2019-2023 oleh Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Dampak lingkungan yang dihasilkan dari inovasi ini Tahun 2023 berupa penghematan energi dari penurunan penggunaan bahan bakar sebesar 30,5 MMSCF atau setara 32.223 GJ yang berdampak pada penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 1,469 TonCO2eq serta penghematan biaya mencapai Rp 4.056.171.065. Nilai tambah dari inovasi ini berupa Rantai Nilai dimana manfaat dirasakan oleh berbagai pihak yaitu PT. Indoturbine sebagai suplier dan performer dari GTC, PHE WMO sebagai perusahaan serta PT PJB, PT PKG, PT PGN sebagai customer atau konsumen gas yang diproduksi PHE WMO dimana dengan adanya inovasi ini, sangat berpengaruh terhadap kelancaran serta terjadanya suplai gas ke customer. Selain itu, Inovasi ini juga telah terintegrasi dengan Kajian Life Cycle Assesment (LCA) PHE WMO Tahun 2022. Selain itu, dalam kategori Four Types os Wasted Value, pelaksanaan program ini berdampak pada Wasted Embedded Value dimana program ini merupakan bentuk energy recovery dalam mengurangi konsumsi energi serta bentuk recycling and upcycling pada saat instalasi dimana banyak memanfaatkan material sisa pakai yang tersedia.	

21	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Sangasanga**	**Inovasi Implementasi Alat Penghambatan Laju Korosi Pada Rangkaian Pompa Sumur Bor Minyak dan Gas Menggunakan Pelat Anoda Sengergaan**
	PEP Sangasanga Field meraih penghargaan kategori Bronze Efisiensi Energi untuk program Penyumbatan Pipa Produksi Dengan Pengambilan Mandrel Tanpa Bongkar Pasang Sambungan Pipa dari acara penghargaan EPSA oleh Universitas Diponegoro Tahun 2024 e. Inovasi Implementasi Alat Penghambatan Laju Korosi Pada Rangkaian Pompa Sumur Bor Minyak dan Gas Menggunakan Pelat Anoda Seng Gambar 6. Penghargaan Penghematan Energi Salah satu pekerjaan pada unit work over dan well intervention adalah lepas pasang rangkaian pipa. Sebelum adanya program inovasi, kegiatan well service untuk penggantian pipa/tubing/casing akibat korosifitas ini mencapai 173 kejadian. Dengan waktu service perbaikan yang mencapai 250 liter solar Rig untuk 1 kejadian, maka sebelum adanya program RIG service membutuhkan 43.250 liter solar per. Setelah adanya program inovasi, terjadi penurunan angka well service pada pekerjaan RIG sebesar 131 kali di tahun 2023, sehingga terjadi penghematan solar aktivitas RIG sebesar 10.500 liter. Gambar 7. Skema Sebelum Program Gambar 8. Skema Setelah Program apan Life Cycle Assessment yang berada pada tahap siklus Production dengan kualifikasi Energy Minimized. Program inovasi ini berjalan di unit Well Workover & Intervention/ Service termasuk dalam ruang lingkup Upstream/Cradle. Pelaksanaan program ini berdampak pada Wasted lifecycles untuk kategori Lifecycle services to maintain, dimana terdapat efisiensi energi dari berkurangnya jumlah sumur yang diservis. Inovasi ini berdampak pada perubahan Sub Sistem dengan kualifikasi Value Chain Optimization dimana terdapat penambahan metode pada pada rangkaian pompa sumur bor minyak dan gas menggunakan plat anoda seng. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa perubahan rantai nilai. Dengan adanya program ini mampu memaksimalkan produksi crude oil dari sumur sehingga dapat mencapai KPI produksi field sebesar 4500 BOPD yang akan dikirimkan ke RU V Balikpapan, serta mampu mengurangi buangan akhir dari penggunaan solar sebesar 32.750 liter yang setara dengan penurunan emisi gas rumah kaca 39,85 Ton CO2eq, 0,56 Ton NOx, dan 0,06 Ton SOx.	
22	**Premier Oil Natuna Sea B.V.**	**PEMANFAATAN ENERGI ANGIN PADA SKIMPILE PUMP DI ANJUNGAN GAJAH BARU**
	Sebelum dilakukan program inovasi, untuk mengambil minyak dan kondensat yang ikut terbuang bersama dengan air ke lingkungan, digunakan skimpile pump yang beroperasi sesuai kebutuhan. Pompa skimpile merupakan pompa elektrik yang memerlukan konsumsi energi listrik yang bersumber dari pembakaran fuel gas dari sumur produksi pada unit Gas Turbine Generator (GTG). Semakin besar listrik yang dibutuhkan, semakin besar fuel gas yang dibutuhkan. Sehingga perlu dilakukan modifikasi terhadap alat tersebut dengan menggunakan back up pneumatic pump. perubahan sub sistem, Dimana terjadi perubahan alur proses yang dilakukan oleh perusahaan. Setelah dilakukan program inovasi, skimpile pump dimodifikasi menggunakan back up pneumatic pump yang digerakan oleh angin yang berasal dari kompresor sehingga terjadi penurunan konsumsi energi listrik menjadi 529 KWH atau setara fuel gas 1.7407 MMSCF. Program ini dilaksanakan di unit Produce Water Treatment System yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Dalam life cycle assessment program inovasi termasuk dalam ruang lingkup Production. Pada tahun 2024, terdapat penghematan energi sebesar 434.397,38 GJ yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 37.792.572.438,5,-. Adapun nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa perubahan rantai nilai (value chain optimization) yang memberikan keuntungan pada banyak pihak yaitu; pada produsen/perusahaan, hal ini berdampak secara	

	ekonomi karena terdapat efisiensi biaya dengan modifikasi pompa serta penghematan penggunaan bahan bakar.	
	 **Gambar 5.2 Pemanfaatan Energi Angin pada *Skimpile Pump* di Anjungan Gajah Baru**	
23	**JOB Pertamina - Medco E&P Tomori Sulawesi**	**STREAMLINE, singkatan dari 'Smart Tracking and Real-time Energy Analytics Management for Lowered Impact and Next gen Ef ciency**
	Sebelum adanya program STREAMLINE, pengelolaan konsumsi energi di fasilitas akomodasi dilakukan secara manual tanpa adanya sistem monitoring dan kontrol otomatis. Perangkat-perangkat seperti pendingin udara (AC) dan pemanas air beroperasi terus menerus, bahkan saat tidak diperlukan, karena tidak adanya mekanisme otomatis yang dapat memantau aktivitas penghuni ruangan. Akibatnya, konsumsi energi per kamar mencapai rata-rata 19 kWh per hari, yang menyebabkan pemborosan energi besar-besaran. Selain itu, perusahaan mengalami peningkatan biaya operasional yang signi kan, dan emisi karbon yang dihasilkan juga meningkat secara drastis.	



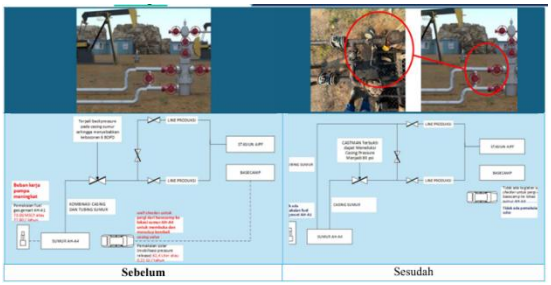
Gambar 7. Sebelum dan sesudah penggunaan metode STREAMLINE

Setelah implementasi program STREAMLINE, perangkat pintar ini digunakan untuk memantau penggunaan perangkat AC dan pemanas air secara real-time. Data dari sensor tersebut dikirimkan ke server pusat yang menganalisis pola aktivitas penghuni dan mengontrol perangkat secara otomatis. Dengan demikian, perangkat hanya beroperasi saat benar-benar diperlukan, sesuai dengan aktivitas penghuni.

Dampak lingkungan dari penerapan STREAMLINE terlihat dari penghematan energi yang signi kan. Pada tahun 2023, penghematan energi mencapai 1.041,8 GJ, dan pada tahun 2024 berjalan hingga bulan Juni penghematan meningkat menjadi 715,47 GJ. Selain itu, pengurangan emisi karbon tercatat sebesar 46,5 ton CO_2e pada tahun 2023 dan 31,98 ton CO_2e pada tahun 2024. Dengan penurunan konsumsi energi dan emisi karbon ini, perusahaan berhasil menghemat biaya operasional sebesar Rp100.148.896,9 pada tahun 2023 dan Rp82.084.659,35 pada tahun 2024. Inovasi program STREAMLINE termasuk ke dalam perubahan sub-sistem (product sharing) dengan nilai tambah layanan produk. Klaim tersebut didasarkan pada konsep sistem STREAMLINE yang dapat diakses bersama terhadap teknologi pemantauan energi cerdas di masyarakat sekitar CPP Senoro. Dengan memasang perangkat di beberapa rumah warga, warga dapat memantau dan mengoptimalkan penggunaan energi tanpa harus memiliki perangkat tersebut secara pribadi. Sistem ini juga otomatis mengatur perangkat seperti AC dan pemanas air berdasarkan pola penggunaan.

24	PT Pertamina Hulu Energi Raja Tempirai	Inovasi Program Modifikasi Line Casing-Tubing Mandiri (CASTMAN)

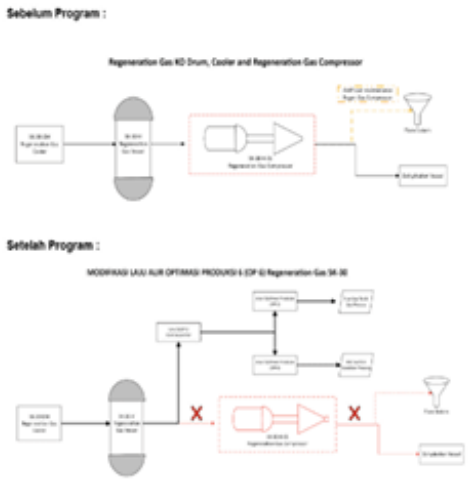
Sumur AH-A4 merupakan salah satu sumur utama dalam operasi produksi PHE Raja Tempirai, berkontribusi signifikan dengan produksi 96 BOPD (Barrel of Oil Per Day). Namun, selama periode 2023, terjadi penurunan produksi harian sebesar 6 BOPD, yang diduga disebabkan oleh masalah teknis yang menghambat aliran fluida dari sumur. Hasil monitoring dari adanya penurunan produksi yang signifikan menunjukkan terdapat dua masalah utama, yaitu: 1. Back pressure pada sumur: Casing line dikombinasikan dengan tubing line menjadi satu jalur di line produksi yang menyebabkan laju fluida terhambat. Selain itu, sumur AH-A4 juga memiliki karakteristik volume dan pressure gas yang tinggi hingga 230 psi. Hal ini mengakibatkan terjadinya backpressure pada line produksi yang menghambat efisiensi produksi dan mengurangi laju aliran fluida. 2. Kebocoran pada flowline produksi: Kebocoran ini disebabkan oleh kondisi high pressure pada line produksi. Kondisi ini tidak hanya mengakibatkan kehilangan fluida, tetapi juga dapat menyebabka Kondisi Sebelum Adanya Program Sebelum dilakukan inovasi, line casing dan line tubing dikombinasikan menjadi satu jalur di line produksi. Volume dan pressure casing gas yang tinggi menyebabkan laju alir fluida terhambat sehingga terjadi backpressure pada flowline dan menurunkan produksi dan beban kerja pompa meningkat.



Kondisi Setelah Adanya Program Setelah adanya inovasi ini, PHE Raja Tempirai melakukan modifikasi berupa pemisahan antara line casing dan line tubing untuk mengatasi masalah back pressure yang menghambat laju alir fluida sehingga dapat menambah produksi.

25	**PT Pertamina Hulu Energi - Jambi Merang**	**MOD-PELAJAR OPNAM (Modifikasi dan Pemanfaatan Laju Alir OP-6) Regeneration Gas SK-30**

Regen Gas digunakan untuk meregenerasi Molsieve Adsorbents, setelah aliran gas melewati SK-30-V (Regeneration Vessel) maka aliran gas tersebut akan dilakukan proses regen pada unit SK-30-K-01 (Regen Gas Compressor). Sebelum adanya program, aliran gas yang mengalir tersebut tidak akan bisa digunakan secara optimum saat Single Unit Regen Gas Compressor dalam proses maintenance. Aliran gas yang mengalir melalui sistem Regen Gas Compressor tersebut akan dialiran ke Flare. Hal tersebut menyebabkan adanya potensi tidak termanfaatkannya aliran gas secara optimal sebesar 5-6 MMSCF setiap proses maintenance regen gas compressor. Adapun dalam satu tahun terdapat 1 kali maintenance yang membutuhkan waktu selama 2 hari.

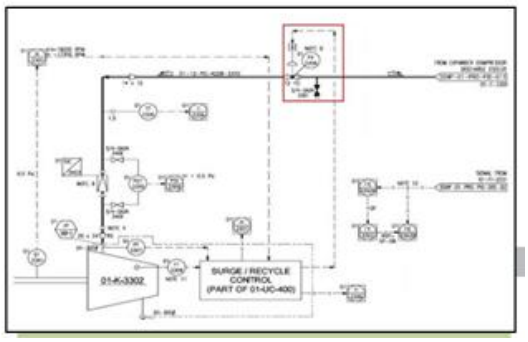


Gambar 8. Skema Perubahan Program MOD-PELAJAR OPNAM

Setelah adanya program inovasi, saat proses maintenance berlangsung, unit regen gas compressor dideaktivasi dan dilakukan optimalisasi pengaliran gas dengan memanfaatkan interkoneksi jalur OP-6 dan jalur SSOP-02 (OP-2), yang mana merubah Inlet Feed Gas dari outlet Gas Cold Separator SK-45 menjadi dari outlet Gas Regeneration KO Drum SK-30 ke Suction Scrubber SGC dan SK Fuel Gas Scrubber. Upaya optimalisasi pengaliran gas tersebut berdampak pada waste embedded value (energy recovery), dimana penerapan program ini dapat mencegah kehilangan gas sebesar 5-6 MMSCF setiap proses maintenance.

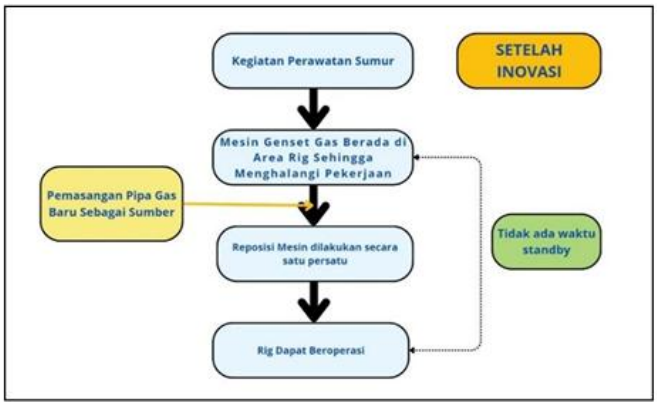
26	**PT. Perta-Samtan Gas**	**Modifikasi Jumlah Blade Overhead Condensor di Kilang Fraksinasi Sungai Gerong**

Penerapan inovasi ini telah terbukti telah berhasil menurunkan energi konsumsi sebesar 142 GJ dengan penghematan sebesar Rp ±55.220.000 pada kwartal pertama 2024. Inovasi ini merupakan Mengganti jumlah blade dari 4 blade menjadi 6 blade pada overhead condensor Debutanizer, dengan penambahan jumlah blade, flowrate udara pendingin lebih banyak, sehingga saat pagi cukup 2 Overhead condenser yang di hidupkan, sebelum perubahan saat pagi semua overhead condenser (4) di hidupkan.



27	**PT. Pertamina EP Asset 1 - Field Ramba**	**Program Hottap Line Fuel Untuk Mengurangi Kebutuhan Solar di Rig Dalam Upaya Efisiensi Energi**

Ramba Field menemukan permasalahan yang berpotensi LPO (Loss Production Opportunity) dan NPT (Non Productive Time) Rig pada saat perawatan fasilitas produksi karena pekerjaan rig dekat dengan engine gas genset sehingga diperlukan pemindahan engine gas genset tersebut. Hal ini berakibat harus shut down 2 sumur secara bersamaan. Selain itu juga harus stand by untuk menunggu proses reposisi genset tersebut agar bisa mulai pemeliharaan sumur. Hottap Line Fuel dilakukan dengan membuat line fuel gas baru dengan Metode Hottap, sehingga reposisi engine gas genset bisa dilakukan tanpa harus mematikan sumur secara bersama – sama melainkan satu persatu.



Value creation yang didapatkan inovasi ini adalah penghematan solar sebanyak 288.000 l/th dengan nilai penghematan sebesar Rp 3.398.400.000/tahun. Perbaikan lingkungan berupa efisiensi penggunaan solar

pada rig sehingga terjadi pengurangan penggunaan energy 1,929,60 GJ pada tahun 2023 setelah pelaksanaan program. Kegiatan ini belum pernah dilakukan pada industry hulu migas sehingga inovasi ini belum pernah atau pertama kali ada pada sector migas EP dan dapat dikategorikan sebagai unsur kebaruan dan belum terdapat dalam buku Best Practice PROPER tahun 2019 sampai dengan 2023. Dokumen lengkap inovasi terdapat pada Laporan Inovasi Ef. Energi 2024 Hottap Line Fuel

28	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Adera**	**ASU LHU (Acceleration Set Up for Liquid Hold Up)**

penggantian fungsi rig service dengan Acceleration Set Up Surface Facility untuk mempercepat penanganan Liquid Hold Up pada sumur. Program ini merupakan unsur kebaruan yang belum ada dalam daftar buku Best Practice dan Inovasi Industri PROPER 2020, 2021, 2022 dan 2023.

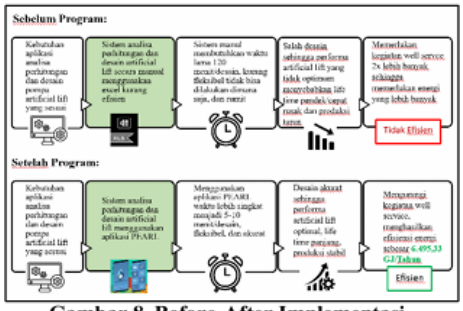
Gambar 7. Diagram Alir Sebelum Program

Gambar 8. Diagram Alir Sesudah Program

Perbaikan lingkungan yang dihasilkan dari inovasi ini berupa efisiensi energi sebesar 1.386 GJ/Tahun. Nilai tambah yang diperoleh dari inovasi ini adalah perubahan rantai nilai dimana dengan adanya inovasi ini menghasilkan keuntungan bagi beberapa pihak. Bagi Konsumen, crude oil yang semula tidak dapat dialirkan dan didistribusikan ke Pertamina RU III menjadi dapat didistribusikan untuk selanjutnya menjadi pasok BBM untuk konsumen dengan nilai keuntungan sebesar Rp. 4.496.542.808 (setara dengan 3600 barrel). Sedangkan bagi supplier mendapatkan tambahan supply demand sparepart yang diperlukan untuk melakukan perubahan acceleration set up surface facility berupa moving crane seharga Rp. 1.252.484.000. Bagi Produsen atau Perusahaan, mampu menambah revenue perusahaan dengan peningkatan penjualan crude oil dan mampu melakukan penghematan pemakaian BBM rig service. Penghematan biaya yang diperoleh dari inovasi ini sebesar Rp. 319.800.000.

29	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Limau**	**PEARL (Petroleum Engineer Artificial Lift Limau)**

Hal tersebut berdampak pada penggunaan bahan bakar solar pada kegiatan well service yang tidak efisien. Dari hasil evaluasi tersebut, maka PEP Limau Field melakukan inovasi perubahan subsistem (value chain optimization) dengan menciptakan inovasi software android PEARL yang merupakan aplikasi untuk menciptakan desain pompa artificial lift yang tepat dan akurat melalui analisa IPR (Inflow Performance Relationship). PEARL melakukan analisa perhitungan dan menghasilkan desain artificial lift yang tepat dan akurat sehingga performa artificial lift menjadi optimal dan tidak cepat rusak sehingga berdampak positif terhadap berkurangnya kegiatan well service dan mengurangi konsumsi energi.

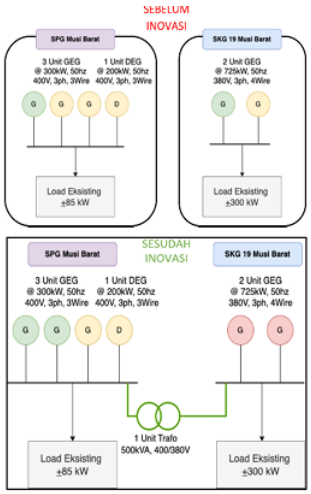


Gambar 8. Before-After Implementasi Inovasi Efisiensi Energi

Program ini merupakan program yang berjalan pada unit yang telah dikaji dalam Batasan LCA – cradle to grave. Unit tersebut adalah unit wellhead SP XI di wilayah produksi PT Pertamina EP Limau Field yang merupakan hotspot dampak GWP. Perbaikan lingkungan dari inovasi ini merupakan penerapan dari circular business model dapat diidentifikasi berdasarkan four types of wasted value dengan nilai perbaikan lingkungan berupa wasted embedded value dengan aspek nilai energy recovery dan masuk dalam prinsip 1 dan prinsip 6 ekonomi sirkuler.

30	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Pendopo**	**Vacuum of Power**

Inovasi Vacuum of Power dilakukan untuk mengatasi masalah rendahnya keandalan suplai listrik di SKG-19 Musi Barat, yang sebelumnya tidak memiliki sumber daya cadangan saat terjadi gangguan pada genset. Selain itu, tingginya kandungan air dalam fuel gas serta tidak adanya integrasi suplai listrik dengan SPG Musi Barat memperburuk efisiensi energi dan meningkatkan risiko shutdown total. Inovasi ini pertama kali di implementasikan di sektor migas atau menurut Best Pratice 2019-2023 dari KLHK belum pernah di implementasikan di sektor migas. Sebelum Inovasi, suplai listrik di SKG-19 dan SPG Musi Barat terpisah, dengan 2 genset di SKG-19 untuk beban 300 kW dan 4 genset di SPG Musi Barat untuk beban 85 kW. Tidak ada cadangan daya yang memadai saat genset di SKG-19 mengalami gangguan, meningkatkan risiko shutdown. Sesudah Inovasi, suplai listrik di SKG-19 dan SPG Musi Barat dihubungkan melalui trafo, menciptakan sistem cadangan yang lebih andal. Kedua plant kini saling mendukung dalam suplai daya, sehingga downtime dan risiko shutdown berkurang drastis.



Gambar 6. Aplikasi sebelum dan sesudah dari Inovasi *Vacum of Power*

operasional dan penurunan kerugian akibat shutdown, bagi konsumen terjaminnya pasokan gas sebesar 139,09 MMSCF yang lebih stabil dan berkelanjutan karena keandalan operasional yang meningkat dan bagi suplier: Mendapat keuntungan finansial dari penyediaan material untuk pemeliharaan sebesar Rp845.377.779.

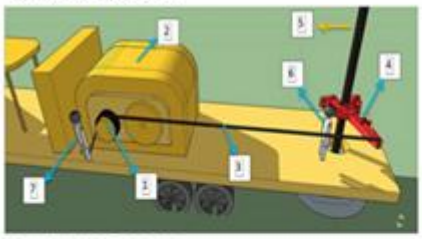
31	**PT Pertamina EP Asset 2 - Field Prabumulih**	**Optimasi Kinerja Hoist dengan Metode PHICAT ialah teknologi baru**

Permasalahan utama saat proses make up break out dilakukan secara manual, sehingga proses penarikan manual tong/kunci tong dilakukan menggunakan tali manila. Kemudian tali manila tersebut digulung secara manual ke cathead yang terhubung ke shaft sandline drum. Dalam kondisi ini menyebabkan operasi rig lebih lama (membutuhkan waktu lebih dari 5 menit proses manual tong per-joint-nya dan berpotensi insident fatality) sehingga konsumsi energi yang diperlukan untuk aktifitas ini sebesar 22.994 GJ. Setelah program, saat proses make up break out dilakukan dengan metode Pneumatic Hydraulic Cathead (PHICAT). Penarikan manual tong dilakukan dengan menggunakan aktuator hydraulic dan dikontrol secara pneumatic.

MMSCD serta menunjang pencapaian target ketahanan energi nasional. Keuntungan bagi vendor ialah vendor selaku operator outsourcing di RIG Own akan lebih mudah dalam melakukan pekerjaan manual tong dan mempercepat pekerjaan make up break down, meningkatkan pemasukan Vendor menunjang alat ketersediaan actuator hydraulic dan pneumatic system control dengan nilai ekonomi sebesar Rp

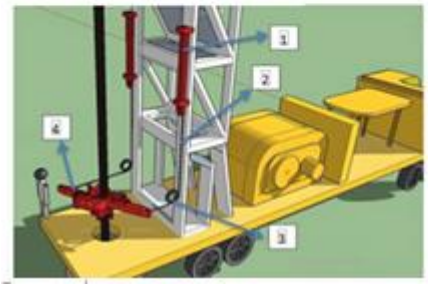
276.620.000,- dan mempermudah pekerjaan vendor yang melakukan maintenance alat, karena inovasi ini mengurangi kerusakan Power tong sebesar 85%. Keuntungan bagi perusahaan/produsen ialah mengurangi potensi terjadinya Loss Production Opportunity (LPO) sebesar 272 barrel atau mengurangi kerugian perusahaan sebesar Rp 263.692.836,00, penghematan biaya maintenance power tong sebesar Rp 287.450.836,00, meningkatkan life time power tong, dan eminimalisir resiko kecelakaan dengan turunnya risk level sedang.

SEBELUM PROGRAM



Keterangan gambar:
1. Cathead
2. Draw work
3. *Manila rope*
4. Manual tong
5. *Tubing*
6. Posisi *floor man*
7. Posisi operator tali manila

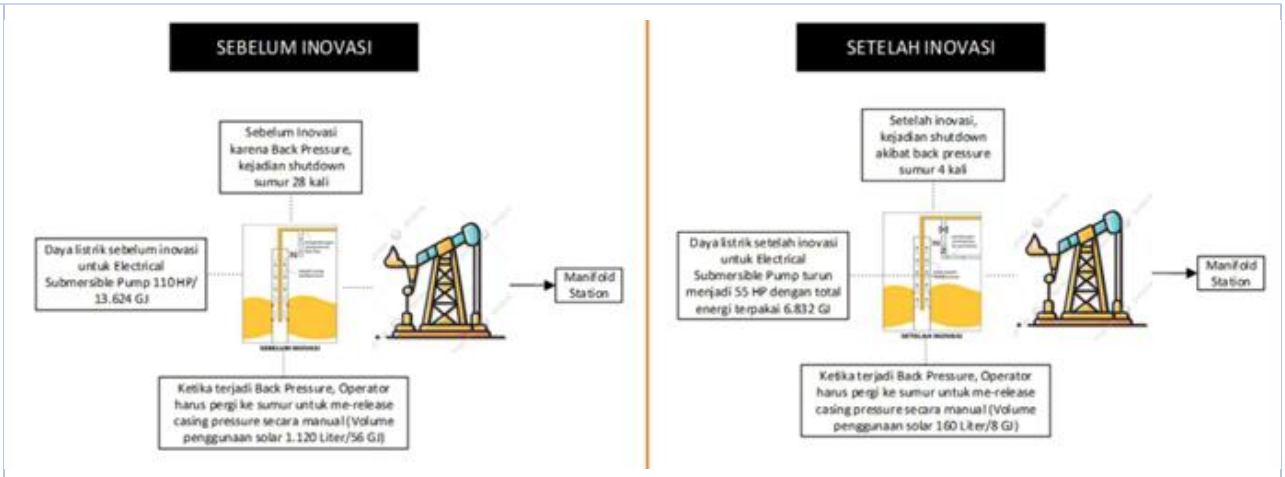
SETELAH PROGRAM



Keterangan gambar:
1. Cylinder hydraulic
2. Wire rope (sling)
3. Sheave
4. Manual tong

32	**PT. Pertamina Hulu Energi - Ogan Komering**	**Perculator OK**

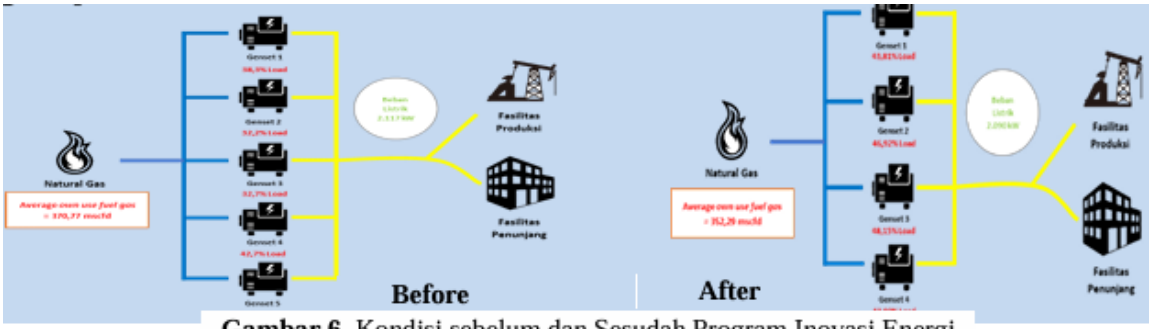
Jaringan HI-LINE merupakan jaringan kelistrikan untuk operasional produksi dan distribusi pada sumur dan distribusi dari sumur. PHE OK menggunakan ESP (Electrical Submersible Pump) sebagai artificial lift pada sumur, sehingga penggunaan ESP ini juga turut berkontribusi terhadap tingginya penggunaan listrik pada jaringan HI-LINE. Permasalahan awal yang menjadi dasar inovasi ini adalah tekanan pada casing yang naik hingga sama dengan tekanan pada flow line saat proses mengalirkan fluida dari sumur dengan menghubungkan casing line ke flow line. Tekanan akumulasi gas tersebut menekan level cairan ke bawah (back pressure). sehingga pompa berpotensi shutdown dam berujung pada well shutdown. Hal ini menimbulkan Loss Production Opportunity (LPO) atau kehilang an potensi Produksi dan mengakibatkan kerugian 561 Barrel setara 0,604 milyar karena matinya sumur produksi.



Setelah adanya program inovasi, kejadian back pressure yang menyebabkan pompa ESP mati dapat dicegah secara otomatis, sehingga pekerja tidak perlu pulang pergi ke sumur yang mengalami gangguan untuk mengurangi pressure secara manual dan menghidupkan pompa ESP.

33	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Bunyu**	**Program Metode Optimasi Pembebanan Pembangkit di Power Plant**

Pengembangan program inovasi Program Metode Optimasi Pembebanan Pembangkit di Power Plant berasal dari perusahaan sendiri karena rekomendasi hasil audit energi Tahun 2021, yaitu kurang optimalnya kinerja genset dan diperoleh peluang penghematan energi berupa manajemen pembebanan pembangkit. Kemudian untuk optimasi pembebanan pembangkit untuk kinerja genset dilakukan dengan cara fine tuning pada modul 2301E load sharing dengan mempertimbangkan parameter idle gain, reset dan compensator. Selain itu, dilakukan retrofit pada panel kontrol generator untuk optimasi kinerja engine, serta melakukan perbaikan konfigurasi pada parameter proportional, integral and derivative (PID) controller agar genset lebih smooth saat menerima beban tinggi dengan waktu yang cepat.

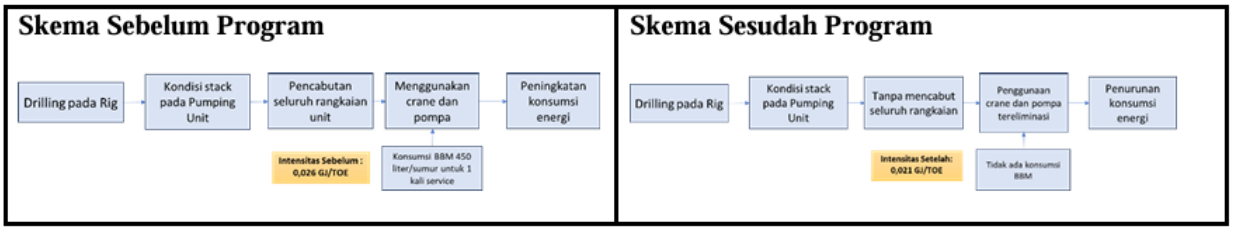


Gambar 6. Kondisi sebelum dan Sesudah Program Inovasi Energi

Kondisi sebelum adanya program, yaitu untuk memasok daya sebesar 2,2 MW yang sebelumnya membutuhkan 5 unit genset dengan pembebanan 35-45% dari kapasitasnya. Kondisi setelah adanya program, yaitu untuk memasok daya yang sama sebesar 2,2 MW, dapat dilakukan dengan mengoperasikan 4 unit genset dengan pembebanan 50-60% dari kapasitasnya. Process Improvement dari inovasi ini adalah penambahan komponen dengan cara fine tuning pada modul 2301E load sharing dengan mempertimbangkan parameter idle gain, reset dan compensator dan terdapat keuntungan produsen yaitu penghematan fuel gas consumption di Power Plant memiliki dampak yang lebih baik sebelum dilakukan metode optimasi pembebanan pembangkit.

34	**PT EMP Energi Riau**	**Implementasi Respacing Scale and Sand Destroyer Dengan Pelepasan Clamp Hummer**

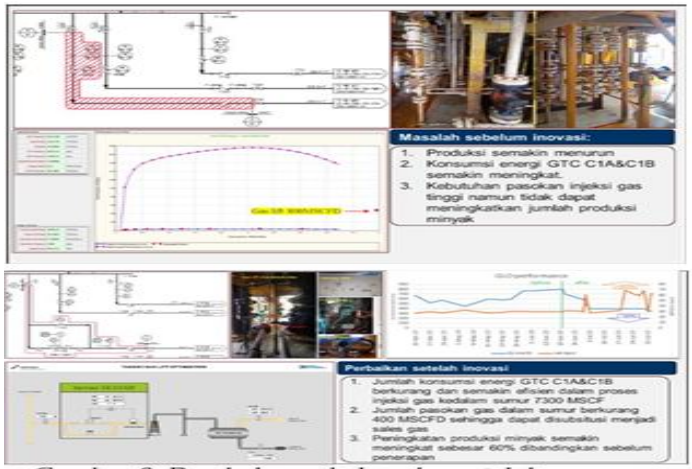
Inovasi ini memiliki unsur kebaruan dan pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor Migas EP menurut Buku Best Practice Tahun 2018-2023 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Sebelum adanya program, proses drilling terjadi kondisi stack pada pumping unit yang selanjutnya akan dilakukan pencabutan rangkaian unit pada rig dimana memerlukan waktu 2-3 hari dengan menggunakan crane dan pompa. Konsumsi BBM yang digunakan dalam 1 kali service sebanyak 450 liter BBM/sumur.



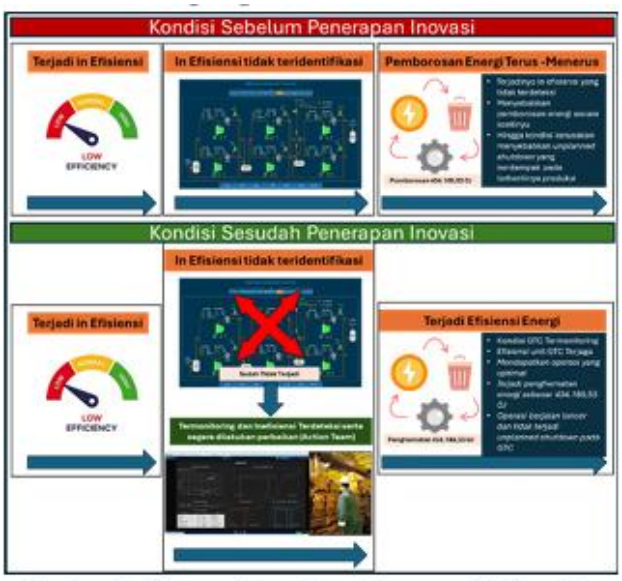
Setelah adanya program, perusahaan menerapkan implementasi respacing scale and sand destroyer dengan pelepasan clamp hummer dimana kondisi ini dilakukan tanpa melakukan pencabutan rangkaian unit yang mengakibatkan penggunaan crane dan pompa dalam kegiatan ini tereliminasi sehingga penggunaan energi yang menurun serta berkurangnya kondisi downtime hingga 70%. Inovasi ini merupakan perubahan komponen dengan kualifikasi Process Improvement dan memiliki nilai tambah perubahan perilaku pada produsen. Nilai tambah produsen (perusahaan) dapat mengurangi penggunaan energi sebesar 1.147,74 GJ. Program inovasi ini sudah terintegrasi dengan kajian LCA dimana terletak pada unit Workover and Well Service proses produksi yang memberikan penurunan dampak Abiotic Depletion Fossil sebesar 449,63 MJ dan berada pada tahap siklus Production dengan kategori Energy Minimized. Kemudian dihadapkan pada Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema wasted lifecycle-remanufacture.

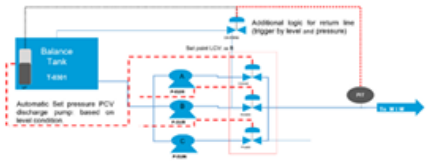
35	**PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur Daerah Operasi Bagian Selatan (DOBS)**	**GLOJAR (Gas Lift Optimisation Justified Automation Rejuvenation) Menggunakan Teknologi MVT (Multi Variable Transmitter)**

Seluruh total produksi crude oil PHKT 74% mengandalkan gas lift/injeksi gas dalam sumur minyak sehingga mendorong produksi minyak semakin tinggi. Namun dalam operasional gas lift Sepinggan Offshore pada tahun 2022-2024 akan mengalami beberapa kendala yang disebabkan oleh adanya potensi keterbatasan supply gas lift baik pressure maupun flow dan penggunaan bahan bakar.



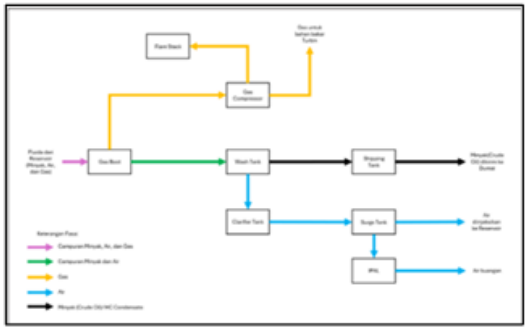
Gambar 6. Perubahan sebelum dan setelah program GLOJAR

	Kondisi sebelum inovasi, produksi Wellhead Gas Sepinggan Offshore mengalami penurunan yang signifikan dan operasi pengaturan supply gas lift dilakukan secara manual sehingga meningkatkan konsumsi bahan bakar Gas Turbin Compressor (GTC) C1A dan C1B Sepinggan Offshore serta menyebabkan jumlah produksi minyak menjadi tidak menentu. Menurunnya jumlah produksi gas dan meningkatnya jumlah konsumsi energi terutama pada Significant Energy Use (SEU) GTC C1A/B, menyebabkan perlu dilakukan optimasi penggunaan gas lift yang efisien dan efektif dalam meningkatkan jumlah produksi. Operasional gas lift yang dilakukan secara manual tidak menjamin peningkatan produksi, namun cukup berdampak pada peningkatan jumlah kebutuhan gas lift sebesar 20-30% atau rata-rata 400 MSCFD untuk 1 sumur Tango. Jumlah konsumsi gas lift yang meningkat tersebut juga berdampak pada peningkatan jumlah bahan bakar gas sebesar 20 MSCFD untuk keperluan injeksi gas dalam 1 sumur. Dari permasalahan tersebut, PHKT DOBS menginisiasi inovasi GLOJAR (Gas Lift Optimisation Justified Automation Rejuvenation) yang dapat mengurangi jumlah pasokan gas lift, meningkatkan produksi secara optimum, serta berdampak pada efisiensi jumlah bahan bakar GTC C1A/B. Inovasi ini berasal dari inisiatif perusahaan sendiri dan pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor Migas EP atau menurut Best Practice tahun 2017-2023 KLHK.	
36	**PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur**	**Peningkatan Efisiensi Energy Gas Turbin Kompresor Attaka & NIB dengan Inovasi EnPI View Engineering Model (Energy Performance Indicator)**
	Sebelum adanya program operasional unit GTC tersebut sering mengalami unplanned shutdown dikarenakan telah berada pada performa yang rendah dan tidak terpantau dengan baik. Hal ini disebabkan karena belum adanya sistem monitoring yang memiliki akurasi tinggi dalam membaca dan memprediksi kehandalan Gas Turbin Compressor dengan detail. Menghadapi permasalahan tersebut dilakukan inisiatif pembuatan sistem monitoring berdasarkan kaidah ISO 50001 Sistem Manajemen Energi dan ISO 50006 mengenai Energy Performance Indicator (EnPI) dan Energi Baseline (EnB) dengan judul Peningkatan Efisiensi Energi Gas Turbine Compressor Attaka & NIB dengan Inovasi EnPI View Engineering Model (Energy Performance Indicator). Ide perubahan atau inovasi yang dilakukan berasal dari perusahaan sendiri dan pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor EP Migas atau menurut Best Practice pada tahun 2017-2023 dari KLHK.  *Gambar 7. Skema sebelum (atas) dan sesudah (bawah) Program EnPI View Engineering Model*	

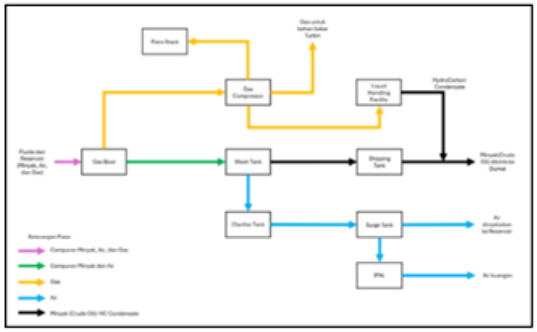
	Setelah adanya program terdapat dua prinsip perbaikan yakni adanya EnPI View Engineering Model yang memonitoring efisiensi secara akurat serta adanya Action Team yang terus melakukan monitoring dan perbaikan jika terjadi penurunan efisiensi. Program inovasi tersebut berdampak pada Perubahan Komponen (process improvement) dengan nilai tambah Rantai Nilai. Inovasi EnPI View Engineering Model dapat mencegah kehilangan produksi PHKT sebagai produsen crude oil sebesar 2.474,00 Bbls yang berdampak positif pada peningkatan supply minyak menuju konsumen yaitu Pertamina RU V Balikpapan. Di sisi lain, keberhasilan program EnPI View Engineering Model juga dibantu oleh kerjasama dari berbagai pihak supplier yang juga mendapatkan keuntungan secara finansial seperti, PT. Mata Elang Strategic selaku supplier transmiter, PT. Telkomsel selaku penyedia jasa jaringan intranet PHKT, dan PI Vision selaku platform integrasi dalam pengolahan dan visualisasi data monitoring.	
37	**PT Pertamina Hulu Rokan - Bekasap Rokan**	**Pengembangan program inovasi Peningkatan Kinerja Energi Melalui Inovasi Kendali Optimasi Proses Automasi Logic (KOPRAL) pada Water Injection Pump (WIP)**
	Sebelum adanya program inovasi, sistem kendali control valve WIP tidak dirancang untuk melakukan penyesuaian set point secara otomatis. Hal ini mengakibatkan WIP selalu dioperasikan hanya dengan single set point control valve (maksimum kapasitas) terlepas dari perubahan kondisi level tangki. Inefisiensi operasi WIP ini menyebabkan adanya aliran balik ke dalam tangki ketika terjadi penurunan level tangki. **Skema Sebelum Program** **Skema Setelah Program**  **Gambar 5.** Skema Perubahan Inovasi Peningkatan Kinerja Energi Melalui Inovasi Kendali Optimasi Proses Automasi Logic (KOPRAL) pada *Water Injection Pump* (WIP) Setelah adanya program inovasi, inovasi KOPRAL pada sistem kontrol WIP dibuat dengan pengaturan set point control valve yang mengatur tekanan keluaran WIP bisa menyesuaikan secara otomatis dengan kondisi level tangki. Inovasi ini meliputi pembuatan multistage set point untuk setiap kondisi level tangki yang terintegrasi dengan set point pressure control valve Skema Perubahan Inovasi Peningkatan Kinerja Energi Melalui Inovasi Kendali Optimasi Proses Automasi Logic (KOPRAL) pada Water Injection Pump (WIP) 7 dari pompa WIP. Konfigurasi logic dari control valve return line yang sebelumnya hanya berfungsi untuk menjaga level tangki air saat ini dapat digunakan juga untuk menjaga pressure main line injeksi Program inovasi ini termasuk kategori perubahan komponen yang memiliki nilai tambah value chain optimization dilaksanakan di unit Proses Inti yaitu Injection Pump GS Pematang dan Petani yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Dalam life cycle assessment produk crude oil, unit Injection Pump termasuk dalam ruang lingkup production. Pelaksanaan program ini berdampak pada waste embedded value (energy recovery), dimana terdapat pengurangan penggunaan energi proses produksi dengan set point pressure control valve secara otomatis.	

38	**PT Pertamina Hulu Rokan - Minas Siak**	**Recovery Condensate Melalui Associated Gas Recovery Plan (AGRP) GS 3**

PT Pertamina Hulu Rokan – Minas Siak memiliki fasilitas pemisahan fluida pada Gathering Station (GS). Fluida dari sumur produksi akan diolah untuk memisahkan air, minyak dan gas. Gas yang telah dipisahkan selanjutnya dikirim ke Minas Gas Turbine (MGT) untuk dimanfaakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik. Sedangkan sisa gas yang tidak bisa dimanfaatkan, di bakar di flare stack. Pembakaran gas di flare stack dapat berdampak terhadap lingkungan dan penurunan efisien energi.



Gambar 7 Flow Proses Sebelum Program



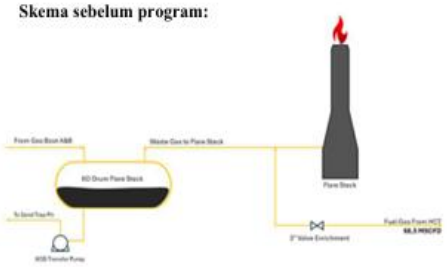
Gambar 6 Flow Proses Setelah Program

Sebelum adanya program, gas hasil pemisahan dari Gas Boot akan mengalir menuju Gas Compressor untuk selanjutnya dimampatkan guna dikirim ke fasilitas pembangkit listrik sebagai bahan bakar turbin gas, sedangkan sebagian gas yang tidak dapat dimampatkan akan dibakar di Flare Stack. Setelah adannya program, Gas hasil pemisahan dari Gas Boot akan mengalir menuju Gas Compressor untuk selanjutnya dimampatkan guna dikirim ke fasilitas pembangkit listrik sebagai bahan bakar turbin gas, sebagian gas dikirim ke unit Liquid Handling Facility (LHF) untuk memisahkan kandungan condensate yang terdapat di dalam Gas untuk selanjutnya diproduksi sebagai Hydrocarbon Condensate, sedangkan sebagian gas yang tidak dapat dimampatkan dan tidak dapat diproses di LHF akan dibakar di Flare Stack. Hydrocarbon Condensate akan dikirim ke pelabuhan dumai bersama crude oil sebagai product.

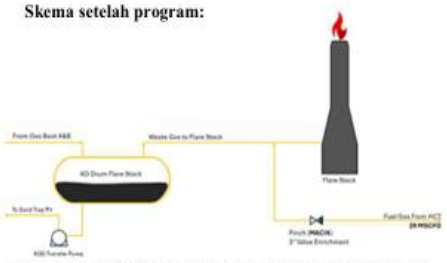
39	**PT Pertamina Hulu Rokan - Duri Steam Flood**	**Penghematan Bahan Bakar Gas dengan Teknik Macik pada Kegiatan Flaring**

ogram ini berdampak pada perubahan sub sistem dimana terjadi perubahan alur proses yang dilakukan oleh perusahaan. Kondisi sebelum adanya program adalah peralatan suar bakar didesain secara single set-point atau tidak di-setting secara terus menerus mengikuti perubahan kondisi. Sehingga belum ada acuan dasar dan studi terkait pengaturan kapasitas dari peralatan suar bakar yang dapat disesuaikan dengan kondisi aktual. Pengaturan fuel gas dilakukan pengaturan secara manual bukaan 3” valve enrichment dengan baseline penambahan fuel gas untuk pembakaran waste gas di CGS 1 konsisten sebesar 69 MSCFD dengan kondisi volume waste gas yang fluktuatif bahkan cenderung menurun. Sehingga menyebabkan pemakaian fuel gas yang berlebih untuk proses pembakaran waste gas di Flare Stack.

Skema sebelum program:



Skema setelah program:

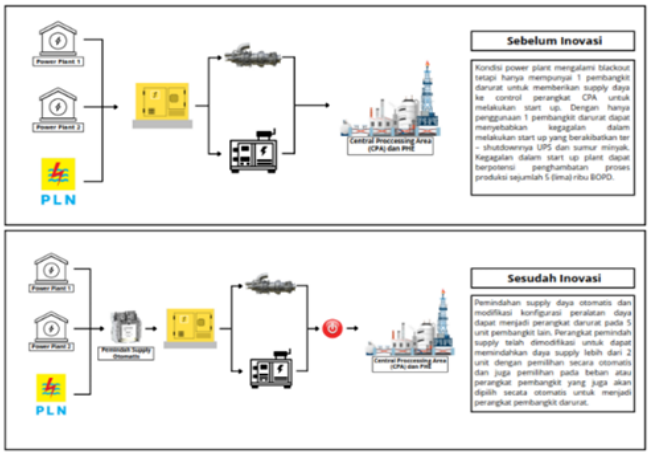


Gambar 5. Skema Perubahan Inovasi Penghematan Bahan Bakar Gas dengan Teknik Macik pada Kegiatan Flaring

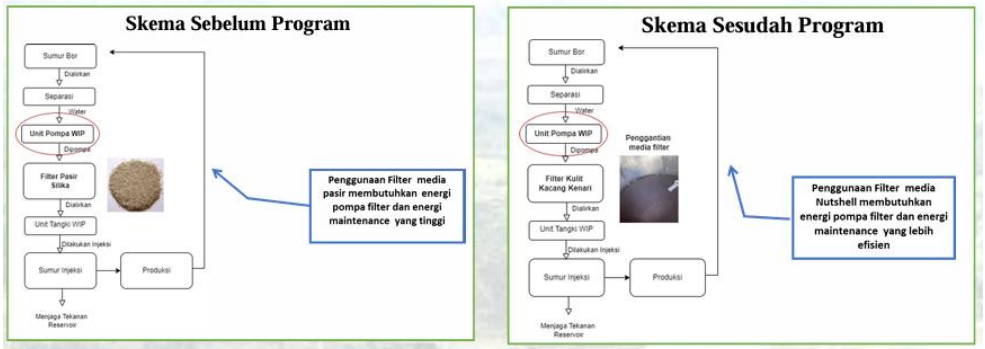
Setelah adanya program ini, dilakukan pengaturan bukaan 3" valve enrichment pada Flare Stack CGS 1 sesuai dengan perbandingan data historical pemakaian fuel gas terhadap produksi waste gas hasil separasi di Oil Treating Plant CGS 1 dengan rasio flowrate 1:10 (fuel gas vs waste gas) atau Teknik Macik. Dengan adanya program Penghematan Penggunaan Bahan Bakar dengan Teknik Macik pada Kegiatan flaring penggunaan energi fuel gas untuk kegiatan flaring berkurang menjadi 29 MSCFD. Valve enrichment berfungsi untuk menyesuaikan campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam flare stack agar pembakaran menjadi lebih efektif.

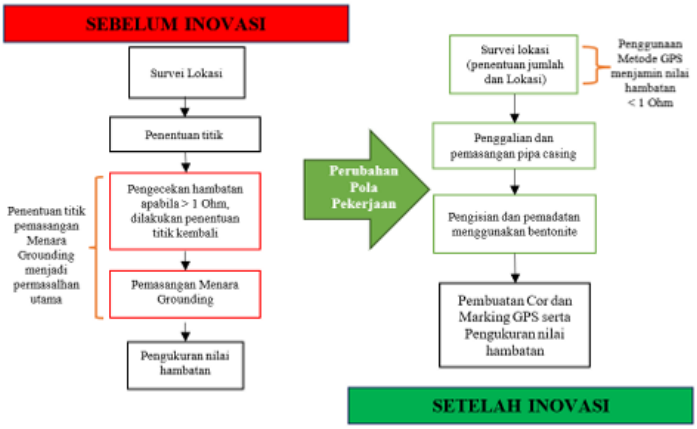
40	**PT Pertamina EP Asset 4 Sukowati Field**	**SODA (Start Otomatis dengan Aman)**

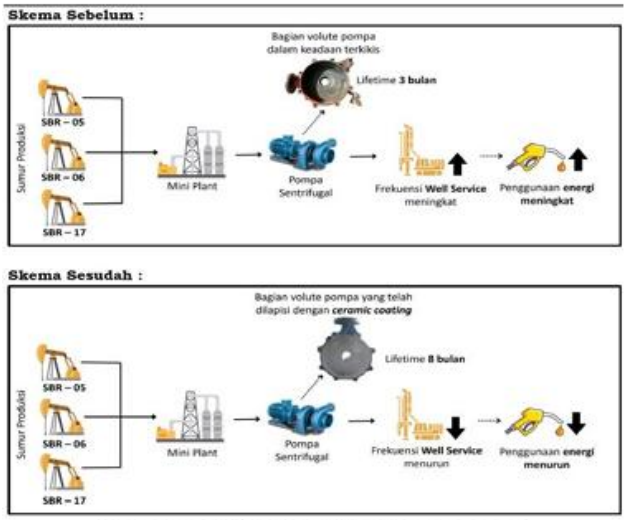
Program SODA berdampak pada perubahan komponen dimana Process Improvement yang dilakukan melalui program inovasi ini adalah menciptakan pemindah supply telah dimodifikasi untuk dapat memindahkan daya supply lebih dari 2 unit dengan pemilihan secara otomatis. Kondisi sebelum adanya program: Kondisi power plant mengalami blackout tetapi hanya mempunyai 1 pembangkit darurat untuk memberikan supply daya ke control perangkat CPA untuk melakukan start up. Dengan hanya penggunaan 1 pembangkit darurat dapat menyebabkan kegagalan dalam melakukan start up yang berakibatkan ter – shutdownnya UPS dan sumur minyak. Kegagalan dalam start up plant dapat berpotensi penghambatan proses produksi sejumlah 5 (lima) ribu BOPD.



Gambar 5 Skema Sebelum dan sesudah adanya program inovasi
(Sumber: Laporan Pelaksanaan Program Inovasi Aspek Efisiensi Energi)

	Kondisi setelah adanya program: Dengan penciptaan alat pemindahan supply daya otomatis dan modifikasi konfigurasi peralatan daya dapat menjadi perangkat darurat pada 5 unit pembangkit lain. Perangkat pemindah supply telah dimodifikasi untuk dapat memindahkan daya supply lebih dari 2 unit dengan pemilihan secara otomatis dan juga pemilihan pada beban atau perangkat pembangkit yang juga akan dipilih secata otomatis untuk menjadi perangkat pembangkit darurat. Program SODA dilaksanakan di unit CPA yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Dalam Life Cycle Assessment produk minyak, unit CPA termasuk dalam ruang lingkup Production.	
41	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Sangatta**	**Substitusi Filter Media Pasir Menjadi Filter Cangkang Kenari (Nutshell) sebagai Pengoptimalan Pompa WIP**
	Program ini merupakan program yang bertujuan untuk mengurangi penggunaan energi listrik pompa WIP dengan cara mengganti filter pasir silika dengan filter cangkang kenari (Nutshell) yang menyebabkan maintenance tanki WIP menjadi 1 tahun sekali. Nutshell Filter mampu menurunkan kebutuhan energi dari frekuensi penggunaan serta maintenance pompa filter dan pompa backwash jika dibandingkan dengan media filter Pasir Silika. Sebelum program, pompa filter beroperasi 12 jam (6x2 jam) dan melakukan backwash 1 kali setelah beroperasi 12 jam dengan total energi yang dibutuhkan 1230,41 GJ. Sesudah program, pompa filter beroperasi 12 jam (4x3 jam) dan melakukan backwash 1 kali setelah beroperasi 24 jam, sehingga total energi yang dibutuhkan 782,63 GJ.  **Gambar 8 Skema Program Inovasi** Inovasi ini memenuhi unsur kebaharuan yang pertama kali pada Sektor 2 Migas EP yang belum terdaftar pada buku Best Practice dan Inovasi PROPER KLHK tahun 2020-2023. Program inovasi ini dalam kajian Life Cycle Assessment, terdapat dalam ruang lingkup Production. Pada Circular Business Model inovasi ini tergolong pada skema energy minimized dengan kategori energy recovery.	
42	**Petronas Carigali Ketapang II Ltd**	**Pengaturan Setting Parameter Operasi (optimisasi) dan Penggunaan Single Turbine (menjalankan satu GTG, dibanding 2 GTG secara simultan)**
	Petronas Carigali Ketapang II Ltd.Memiliki beberapa inovasi dalam rangka efisiensi penggunaan energi. Dua kegiatan utama yang menghasilkan efisiensi cukup besar adalah Pengaturan Setting Parameter Operasi (optimisasi) dan Penggunaan Single Turbine (menjalankan satu GTG, dibanding 2 GTG secara simultan). Hal ini bisa menurunkan penggunaan energi yang sangat signifikan. Pada tahun 2024, terjadi penurunan penggunaan energi sebesar 403.935,38 GJ, atau setara dengan penghematan biaya sebesar Rp.44.727.328,98,-. Pelaksanaan program ini 10 berdampak pada perubahan komponen. Adapun nilai tambah yang didapat berupa perubahan perilaku, dengan memberikan keuntungan ke perusahaan dalam mengurangi penggunaan energi.	

43	**PT. Pertamina EP Asset 3 - Field Jatibarang**	**Optimalisasi temuan RSCL dengan Metode GPS (Grounding Pit Sistem)**
	Inovasi “Optimalisasi temuan RSCL dengan Metode GPS (Grounding Pit Sistem)” tergolong kedalam inovasi perubahan sub system dan berdampak pada value chain optimization dengan ada nya percepatan waktu tunggu RIG yang dapat mempengaruhi produksi. Inovasi ini memiliki keuntungan bagi produsen berupa kondisi aman saat kegiatan RIG (safe condition) dikarenakan nilai hambatan pada Lokasi RIG berada dibawah 1 Ohm, dan metode baru berupa GPS (Grounding Pit Sistem), serta pengurangan waktu tunggu RIG hingga 1 hari kerja (peningkatan profit Perusahaan hingga Rp. 2,135,789,870); keuntungan bagi konsumen berupa Peningkatan kuantitas dari hasil produksi (crude oil dan gas) karena maintenance rutin (RIG).	
		
	produksi gas hingga 0.5 MMSCFD; dan keuntungan bagi supplier berupa Pengadaan bahan utama dari metode dan alat pada inovasi ini berupa bentonine (bahan aktif yang membuat nilai hambatan kurang dari 1 Ohm) Pelaksanaan inovasi ini berdampak pada Waste Embedded Value(Energy recovery), dimana terdapat peningkatan efisiensi energi dari fasilitas produksi tepatnya pada proses RIG (dari penurunan waktu tunggu RIG) pada tahun 2024 sebesar 2459.34 Gjoule atau senilai Rp. 2,135,789,870.	
44	**PT Pertamina EP Sangatta Field - Lapangan Semberah**	**Implementasi Ceramic Coating pada Volute Casing Pompa Sentrifugal dalam Mereduksi Energi di Well Service Unit Mini Plant**
	Program Implementasi Ceramic Coating pada Volute Casing Pompa Sentrifugal dalam Mereduksi Energi di Well Service Unit Mini Plant merupakan program inovasi yang dibuat PT Pertamina EP Sangatta Field – Lapangan Semberah untuk mengurangi penggunaan energi di unit Mini Plant sebagai upaya efisiensi energi. Sebelum program dilaksanakan, energi yang digunakan dalam maintenance (Well Service) dalam satu tahun yaitu sebesar 5.827,833 liter atau setara dengan 225,320 GJ. Setelah program dilaksanakan, energi yang digunakan dalam maintenance (Well Service) dalam satu tahun yaitu sebesar 2.185,438 liter atau setara dengan 84,495 GJ.	

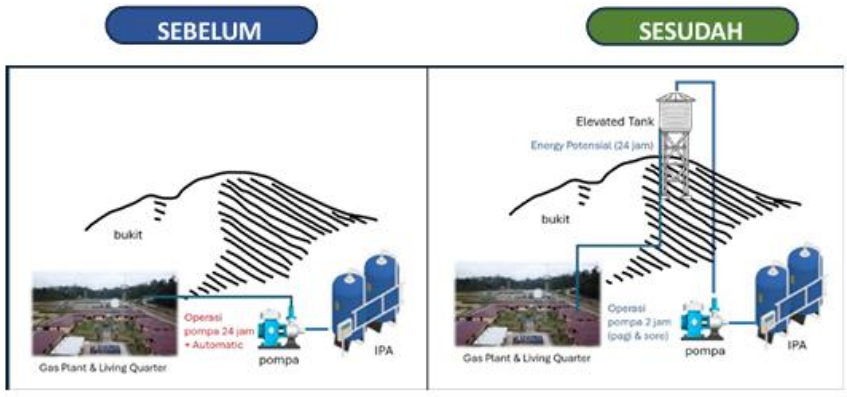


Gambar 7 Skema Program Inovasi

Program ini berhasil mengefisiensikan energi (absolut) sebesar 263,180 GJ dengan penghematan biaya sebesar Rp 150.096.287,00 dan anggaran biaya sebesar Rp 15.000.000,00 pada tahun 2023. Berdasarkan perhitungan penurunan dampak kajian LCA, program ini terletak pada unit Well Service di proses produksi. Pengaruh program ini terhadap peluang perbaikan lingkungan akibat Life Cycle Assessment termasuk dalam siklus Production dengan kategori Energy Minimized.

45	**JOB Pertamina - Medco E&P Simenggaris**	**Pemanfaatan Energi Potensial untuk Sistem Penyaluran Air Bersih dengan Menggunakan Metode WET (Water Elevated Tank)**

Pengembangan program inovasi efisiensi energi berasal dari perusahaan sendiri dimana ide program inovasi ini muncul karena diantara instalasi pengolahan air bersih dengan area Gas Plant dan Living Quarter pada JOB Simenggaris dipisahkan oleh bukit dengan ketinggian 30 m dan jarak sekitar 500 m. Air bersih di lapangan South Sembakung digunakan untuk penggunaan aktivitas domestik di Living Quarter dan pengisian Fire Water Tank di Gas Plant. Permasalahan awal dari kondisi ini mengakibatkan diperlukan pemasangan pompa dengan kapasitas 1 KW dan head atau tekanan minimal 50 m dan beroperasi 24 jam secara otomatis untuk mengalirkan air hasil pengolahan air menuju pemanfaatan air di Gas Plant dan Living Quarter.



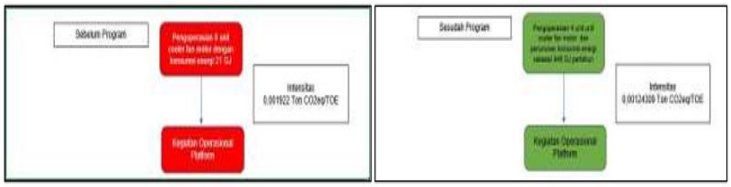
Asal-usul inovasi bermula dari perusahaan memanfaatkan kondisi kontur alam dengan adanya perbedaan elevasi atau ketinggian untuk memanfaatkan energi potensial dalam mengalirkan air bersih yang selama 24 jam. Inovasi yang dilakukan perusahaan ini berasal dari adanya peluang untuk mengatasi permasalahan

	yang ada dan tergolong dalam inovasi penambahan komponen. Kondisi sebelum adanya program inovasi ini, operasi pompa distribusi air bersih berlangsung selama 24 jam dengan sistem otomatis dan dialirkan melewati jalur pipa menaiki bukit. kondisi setelah adanya program inovasi ini, operasi pompa distribusi air bisa dilakukan hanya 2 jam/hari (1 jam pada pukul 07.00 dan 1 jam pada pukul 16.00) untuk pengisian Elevated Tank yang ukurannya disesuaikan dengan kebutuhan air bersih yang dipasang di atas bukit. Air bersih tetap bisa dimanfaatkan selama 24 jam non-stop.

B. Penurunan Emisi

No	Nama Perusahaan	Judul Inovasi
1	**PT. Pertamina Hulu Energi - NSO**	**Kalibrasi Anguler Propeller pada Cooler Fan untuk Optimalisasi Tekanan Fluida**

Pada awal produksi di lapangan NSO, tekanan sumur 1900 psig turun menjadi 800–1300 psig sehingga suhu fluida ikut menurun dan membutuhkan energi besar untuk menjaga stabilitas suhu menggunakan 8 unit fan cooler (2.102.400 kWh/tahun) yang menghasilkan emisi 423,09 ton CO2eq. Melalui program kalibrasi angular propeller pada cooler fan, kebutuhan unit fan berkurang menjadi 3 unit dengan konsumsi energi hanya 981.120 kWh/tahun dan emisi turun menjadi 246,80 ton CO2eq. Inovasi ini menurunkan konsumsi listrik sebesar 876.000 kWh, mengurangi emisi GRK hingga 134,83 ton CO2eq (berdasarkan kajian LCA), serta menghasilkan penghematan biaya Rp 745,5 juta dari anggaran Rp 1,44 miliar. Program ini termasuk kategori **Process Improvement** dan **Energy minimized** dalam Circular Business Model (wasted resources), sekaligus inovasi pertama di sektor Migas EP yang memberi manfaat efisiensi energi, biaya, dan lingkungan.

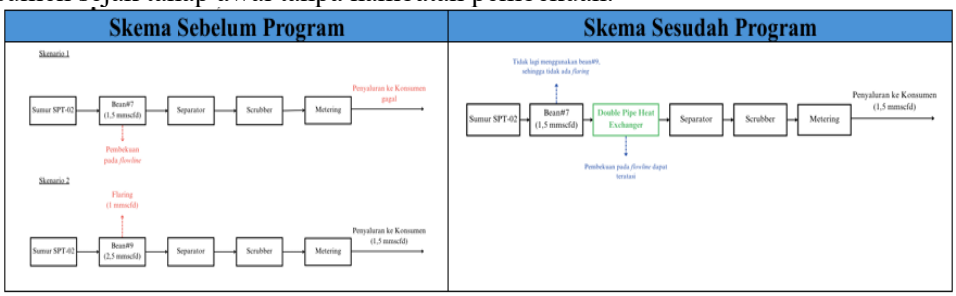


Gambar 4 Skema program sebelum dan sesudah Program Kalibrasi Anguler Propeller pada Cooler Fan timalisasi Tekanan Fluida

2	**PT Pertamina EP Asset 1 - Field Jambi**	**Modifikasi dan Instalasi Unit Double Pipe Heat Exchanger di Flowline Sumur SPT-02 Lapangan Simpang Tuan untuk Mengatasi Pembekuan pada Penyaluran Gas**

Sebelum adanya program inovasi, operasional bean#5 dan bean#7 yang berfungsi menyalurkan gas 0,5–1,5 mmscfd mengalami kendala pembekuan (icing) akibat terbentuknya hidrat gas pada suhu di bawah 20 ºC. Lapisan es muncul sejak flowline hingga separator, menyebabkan control valve membeku dan cairan menumpuk sehingga tekanan hampir mencapai 200 psi. Untuk sementara, gas dialirkan melalui bean#9 berkapasitas 2,5 mmscfd. Namun, hal ini tidak sesuai kebutuhan konsumen yang menyerap gas secara bertahap, sehingga terjadi kelebihan gas hingga 1 mmscfd yang harus dibakar (flaring), meningkatkan emisi dan pemborosan energi.

Sebagai solusi, perusahaan mengimplementasikan **double pipe heat exchanger** pada flowline bean#5 dan bean#7. Desainnya terdiri dari pipa dalam untuk mengalirkan gas wellhead dan pipa luar untuk air panas dari bejana pemanas. Sistem ini menjaga suhu pipa sekitar 30 ºC dan menurunkan tekanan di bawah 100 psi, sehingga mencegah pembentukan hidrat. Dengan teknologi ini, gas dapat disalurkan sesuai permintaan konsumen sejak tahap awal tanpa hambatan pembekuan.



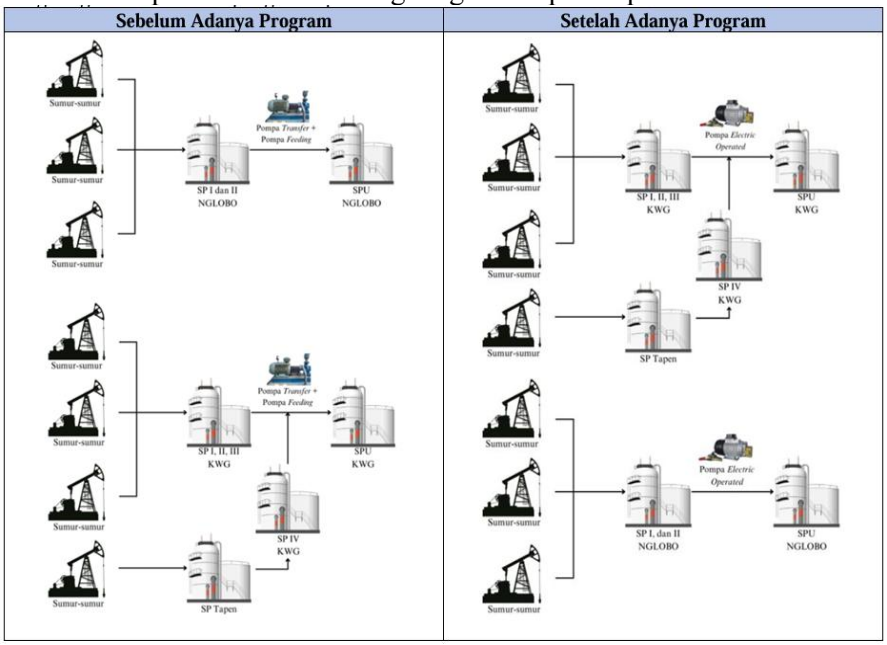
Gambar 7 Skema Sebelum dan Sesudah Inovasi Emisi

Inovasi ini terbukti efektif mengurangi emisi karena tidak ada lagi gas berlebih yang harus di-flaring. Pada tahun 2023, tercatat penurunan emisi absolut sebesar **19.093,88 ton CO_2**, 0,555 ton SO_2, dan 52,53 ton NOx. Selain menurunkan emisi, inovasi ini juga meningkatkan keandalan suplai gas ke konsumen sekaligus memperbaiki efisiensi operasional dengan mengurangi energi terbuang akibat flaring sebesar 1 mmscfd.

Program ini merupakan yang pertama di sektor migas hulu Indonesia dan termasuk klasifikasi **process improvement** dengan kategori *energy minimized* dalam LCA. Dari sisi circular business model, inovasi tergolong pada skema *wasted embedded value* karena gas berlebih dapat dioptimalkan kembali. Value creation yang dihasilkan mencakup penghematan biaya hingga Rp55,29 miliar dengan investasi hanya Rp266,7 juta, serta memberikan manfaat berkelanjutan bagi perusahaan, konsumen, dan lingkungan.

3	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Cepu**	**ELIMINATOR (Eliminasi Pompa Feeding untuk Optimasi Operasi))**

Program **ELIMINATOR** di PT Pertamina EP Asset 4 – Field Cepu hadir untuk mengatasi inefisiensi penggunaan pompa feeding dengan mengintegrasikan aliran minyak ke dalam satu sistem pompa transfer yang lebih efisien dan andal. Inovasi ini menggantikan dua pompa terpisah, sehingga menekan konsumsi energi, mengurangi downtime maintenance, serta meningkatkan efisiensi operasional dan konsistensi pasokan minyak. Dampaknya signifikan dengan penurunan emisi sebesar 1.193,70 TonCO2eq atau setara penghematan Rp2,3 miliar, serta penghematan bahan bakar 5,27 liter. Dilaksanakan di SPU Kawengan dan Distrik II Nglobo dalam ruang lingkup *Life Cycle Assessment (LCA)* 2023, program ini memperkuat komitmen perusahaan dalam operasional ramah lingkungan dan penerapan *circular business model*.



4	**Saka Indonesia Pangkah Limited**	**Recycle Line LPGF di Area LPG Processing Facility**

Sebagai upaya penurunan emisi, Saka Indonesia Pangkah Limited melakukan inovasi dengan memodifikasi jalur pipa eksisting dan meningkatkan setting operasi tekanan Sales Gas Pipeline sehingga dapat mengalirkan recycled gas (lean gas) ke upstream LPGF tanpa perlu menggunakan rental compressor. Sebelumnya, untuk menjaga produksi LPG saat feed gas kurang dari turndown rate (<20 MMSCFD), perusahaan menyewa Recycle Compressor berkapasitas 10 MMSCFD yang mengonsumsi 0,1 MMSCFD fuel gas.

Setelah adanya instalasi LPGF Recycle Line, kebutuhan rental compressor dapat dihilangkan sehingga terjadi penghematan fuel gas sebesar 0,1 MMSCFD, penghematan energi listrik sebesar 5.575.380 kWh, serta efisiensi biaya mencapai Rp2,13 miliar pada Januari–Juni 2024. Dari sisi lingkungan, program ini mampu menurunkan emisi gas rumah kaca hingga 4.968,20 ton CO_2eq. Inovasi ini tergolong dalam skema **Production and Remanufacturing** pada Circular Business Model karena berhasil menekan konsumsi energi sekaligus menjaga produksi tetap optimal.

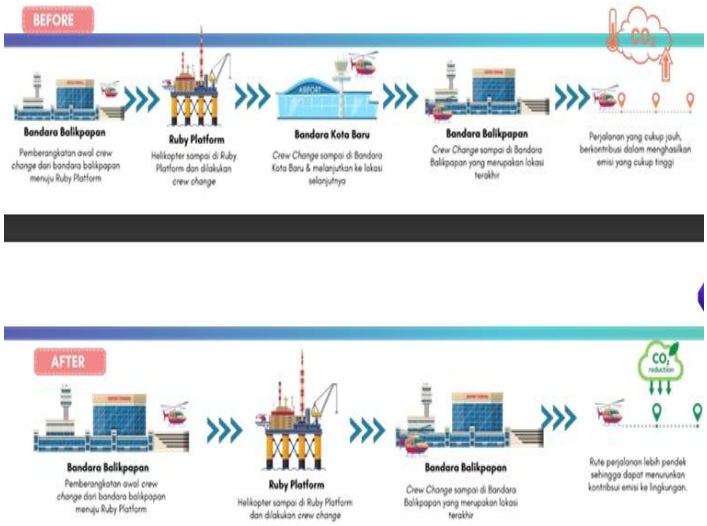
Skema Sebelum dan Sesudah Inovasi Program

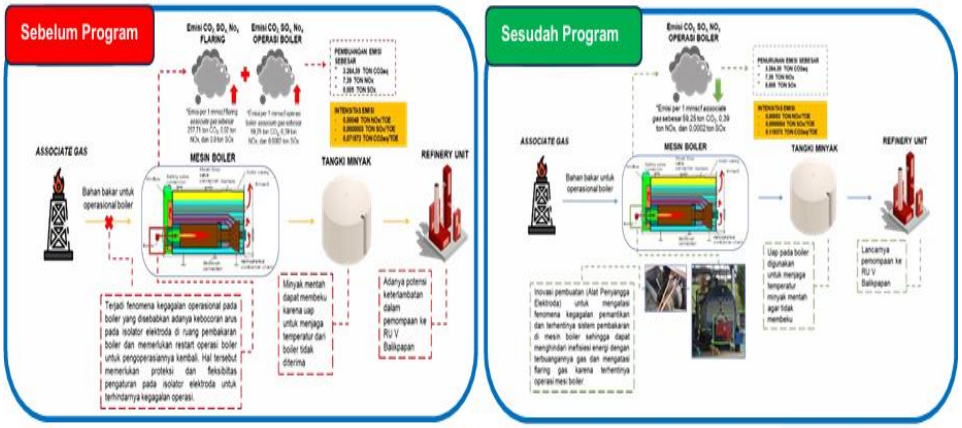
5	**PEARLOIL (Sebuku) Ltd.**	**PROGRAM REROUTE CREW CHANGE**

Sebelum inovasi, kegiatan **crew change** PearlOil (Sebuku) Ltd. dilakukan dengan rute Balikpapan–Ruby–Kota Baru–Balikpapan sejauh 366 NM (677 km) yang memakan waktu sekitar 4 jam. Perjalanan panjang ini berkontribusi terhadap emisi karbon sebesar **845,53 ton CO_2 per tahun** serta meningkatkan risiko kelelahan (fatigue) bagi kru.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, perusahaan melakukan inovasi **"REROUTE CREW CHANGE"** dengan memangkas rute menjadi Balikpapan–Ruby–Balikpapan. Perubahan ini menurunkan waktu perjalanan menjadi 2,5 jam sekali jalan dan jarak tempuh berkurang menjadi 537 km. Program ini tergolong perubahan sub-sistem yang berdampak pada *Energy Minimized* dan *Value Chain Optimisation*.

Hasil implementasi inovasi ini adalah penurunan emisi sebesar **190,70 ton CO_2eq per tahun**, setara dengan penghematan biaya Rp11,21 juta berdasarkan pendekatan harga karbon. Nilai tambah lainnya mencakup efisiensi bahan bakar, pengurangan jejak karbon, kontribusi terhadap pencegahan perubahan iklim, serta peningkatan efektivitas operasional bagi penyedia layanan (crew chopper) melalui pemangkasan jarak tempuh dan waktu perjalanan.



6	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Tanjung**	**Alat Penyangga Elektroda Untuk Sistem Pembakaran Pada Boiler**
	Sebelum adanya program, boiler di PEP Tanjung Field sering gagal beroperasi akibat kebocoran arus pada isolator elektroda sehingga membutuhkan perbaikan material dan *restart* berkala. Kondisi ini menyebabkan pemborosan *associate gas* sebesar 16,57 MMSCF yang akhirnya dibuang melalui *gas flaring* dengan potensi emisi karbon mencapai 13.047,47 ton CO_2. Untuk mengatasi masalah ini, dilakukan inovasi berupa pemasangan alat penyangga elektroda berbahan **FeCrAl Alloy** yang menjaga posisi elektroda tetap stabil, meminimalkan kebocoran arus, serta mencegah pembekuan minyak mentah di tangki penyimpanan yang bisa mengganggu proses *lifting* ke RU V Balikpapan. Hasilnya, emisi gas buang berkurang hingga 8.066,14 ton CO_2, operasi boiler lebih optimal, dan kelancaran distribusi minyak mentah tetap terjaga.	
	 **Gambar 10.** Skema Sebelum dan Sesudah Program Pengurangan Emisi Inovasi ini termasuk *Value Chain Optimization* dengan nilai kebaruan yang belum pernah diterapkan di sektor migas EP sejenis. Manfaatnya dirasakan oleh berbagai pihak: **Supplier** (PT Puraka Bangun Selaras) memperoleh keuntungan Rp1,5 juta per set penyangga, **Produsen** (PEP Tanjung Field) hemat biaya Rp3,05 miliar dari anggaran Rp54,2 juta dan menurunkan emisi absolut 5.218,85 ton CO_2eq, **Konsumen** di RU V Balikpapan mendapat suplai minyak stabil naik 0,5% (610,36 TOE), dan di sisi **Pembuangan Akhir** terjadi penurunan emisi flaring sebesar 4.270,28 ton CO_2eq serta NOx 0,439 ton. Kajian LCA 2022–2024 menunjukkan penurunan signifikan pada *Global Warming Potential*, *Acidification*, *Photochemical Oxidant Formation*, dan *Eutrophication Potential*. Dengan skema *Circular Business Model – Wasted Resources*, program ini berhasil menekan pemborosan energi dan emisi, serta telah dipatenkan dengan nomor **IDS000008221**.
7	**PT Pertamina EP Asset 5 - Field Tarakan**	**GeoSelect: Penentuan Sumur Kandidat dengan Teknologi Modern untuk Pengeboran Efisien**
	PT Pertamina EP Tarakan Field menghadapi penurunan produksi minyak akibat menurunnya tekanan reservoir yang berimbas pada rendahnya *success job ratio* reaktivasi sumur suspend. Untuk mengatasi hal tersebut, perusahaan mengembangkan inovasi **GeoSelect**, sebuah *decision tool* yang digunakan untuk menganalisis, menilai, dan memprioritaskan kandidat sumur berdasarkan *confident level* dan *impact level*. Dengan pendekatan ini, aktivitas rig yang tidak efektif dapat diminimalkan, sehingga produksi dapat ditingkatkan sekaligus mengurangi dampak lingkungan berupa emisi dari proses reaktivasi sumur. Penerapan GeoSelect dilakukan melalui tahapan screening kandidat sumur yang berada di puncak	

struktur, dekat *big oil producer*, dan memiliki indikasi lapisan minyak berkelanjutan. Kandidat kemudian direview secara detail terkait kondisi subsurface dan integritas sumur, termasuk survei lapangan dan uji fluida, sebelum dilakukan prioritisasi akhir. Hasilnya, program ini berhasil menurunkan emisi GRK pada tahun 2023 sebesar **153,792 ton CO_2eq**, menekan emisi konvensional sebesar 0,000027 ton SOx dan 0,002075 ton NOx, serta menghemat biaya sekitar **Rp9,23 juta**.

Dampak inovasi ini mencakup peningkatan *success job ratio* reaktivasi sumur suspend hingga **81%**, efisiensi penggunaan rig, dan peningkatan pasokan *crude oil* untuk mitra konsumen RU V Balikpapan. Dari sisi keberlanjutan, GeoSelect mendukung *process improvement* dalam rantai produksi migas dan terkait dengan kajian **Life Cycle Assessment (LCA)** tahun 2022–2023. Keberhasilan program ini semakin diperkuat dengan perolehan **paten resmi pada 9 Juni 2022 (IDS000004709)**, yang menandai inovasi teknologi modern dalam penentuan sumur kandidat untuk pengeboran yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

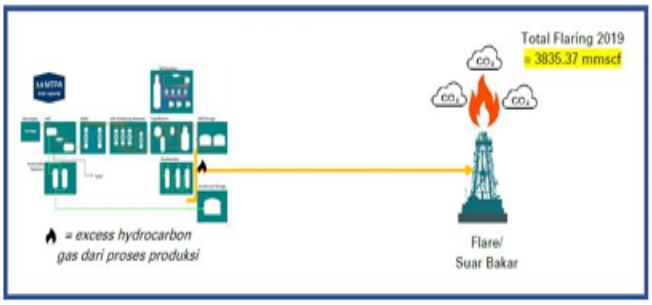
Gambar 9 Skema Program Inovasi GeoSelect

8	**BP Berau, Ltd.**	**Pemasangan Saluran Letdown dari Outlet Defrost Gas Heater dan Saluran Letdown Baru FV ke HP Fuel untuk Mengurangi Kuantitas Flare.**

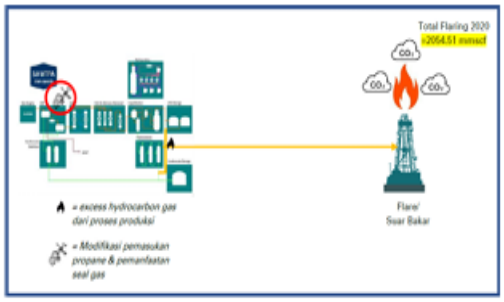
Sebelum adanya program ini, terdapat pembakaran excess hydrocarbon gas pada suar bakar yang kuantitasnya signifikan meningkat setiap tahunnya, sehingga kuantitas emisi flaring berbanding lurus dengan aktifitas suar bakar tersebut. Selain itu terdapat gangguan operasi yang frekuensinya cukup sering, sehingga membuat energi yang digunakan jadi terbuang sia-sia ke flaring. Dengan latar belakang tersebut, BP Berau Ltd berkomitmen untuk menurunkan emisi suar bakar sekaligus dapat menunjang optimalisasi produksi dengan product improvement meminimalkan Excess Hydrocarbon Gas melalui Peningkatan Nilai Produktivitas Proses Produksi, meminimalkan gangguan operasi, pemanfaatan kembali seal gas dari suar bakar ke sistem bahan bakar dengan penurunan tekanan dan Introduksi propane pada waktu start up setelah pemeliharaan kilang dan optimisasi urut-urutan start up. Inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor Migas EP atau Menurut B

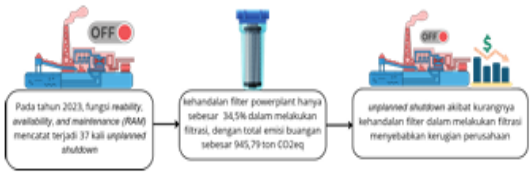
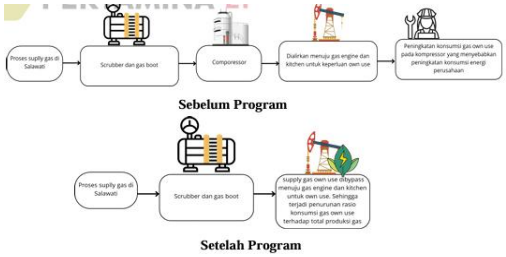
est Practice dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan belum pernah diimplementasikan di sektor Migas EP. Program Penurunan Aktivitas Suar Bakar Dengan Meminimalkan Excess Hydrocarbon Gas Melalui Peningkatan Nilai Produktivitas Proses Produksi ini diseminasi pada International Standard Book Number (ISBN) “Komik Seri Lingkungan Pengelolaan Lingkungan di LNG Tangguh” dengan nomor barcode 978-623-318-037-5. Program ini masuk dalam scope kajian LCA pada unit Flare.

Sebelum adanya inovasi program :



Setelah adanya inovasi program :

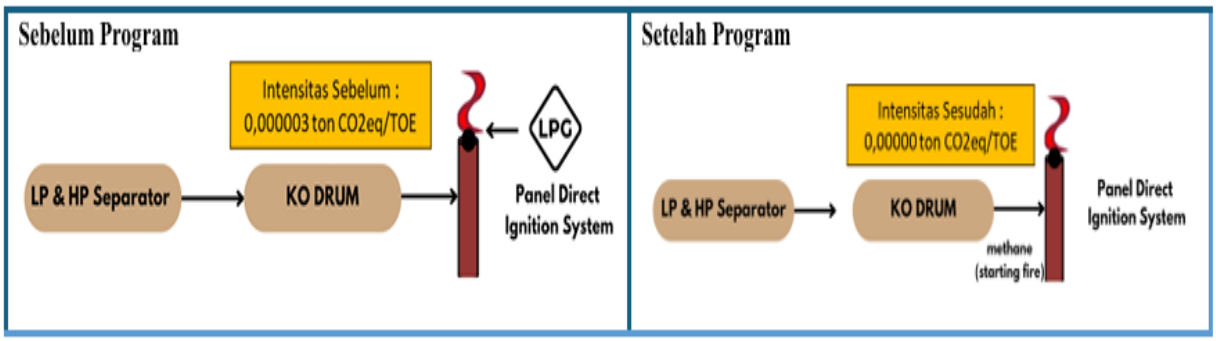


	. Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa penurunan emisi sebesar 19947 Ton CO2 , dan 10,4574 Ton NOx pada tahun 2023 yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 2.632.796.643. Serta dapat berkontribusi terhadap capaian Sustainable Development Goals (SDGs) sesuai dengan tujuan SDGs no. 13. Mengambil Tindakan Cepat untuk Mengatasi Perubahan Iklim dan Dampaknya dan Indikator 13.2.1 Terwujudnya penyelenggaraan inventarisasi gas rumah kaca (GRK), serta monitoring, pelaporan dan verifikasi emisi GRK yang dilaporkan dalam dokumen Biennial Update Report (BUR) dan National Communications untuk mencapai sasaran nasional RPJMN 2020-2024. Program ini berdampak pada perubahan sub sistem (value chain optimisation) dimana terjadi perubahan alur proses yang dilakukan oleh perusahaan. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa perubahan rantai nilai. Keuntungan bagi produsen adalah dapat menurunkan emisi pada suar bakar sebesar 111,972.89 Ton CO2 pada tahun 2020 setara dengan nilai penghematan dari penurunan emisi berdasarkan carbon pricing sebesar Rp 12 14,779,185,613. Keuntungan konsumen adalah mendapat pasokan LNG & Kondensat yang terjaga dan terdapat kenaikan pasokan LNG & Kondensat sebesar 320,843 TOE pada tahun 2020 dibanding tahun sebelumnya. Keuntungan Suplier adalah dari pihak supply peralatan untuk modifikasi unit untuk pemanfaatan kembali seal gas dari outlet Defrost Gas Heater dan peralatan untuk modifikasi pemasukan propane pada saat start up sebesar Rp 341,876,456.	
9	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Papua**	**B-Leaf - (Improving the Reliability of Engine Fuel Filter System and Reducing Emissions with the Innovation of Banana Leaf)**
	Kelancaran kegiatan produksi dan operasional di Pertamina EP-Papua Field sangat bergantung pada unit power plant yang berfungsi sebagai pembangkit utama ditiap Sebelum Program Setelah Program lapangan produksi. Namun, pada tahun 2023 divisi Reability, Availability, and Maintenace (RAM) terjadi 37 kali unplanned shutdown yang terjadi pada unit power plant karena terdapat masalah pada fuel system khususnya kehandalan filter power plant. Berdasarkan hasil pengecekan, filter manufaktur hanya mampu melakukan filtraasi maksimal sebesar 34,5%.	
	Permasalahan ini menjadi latar belakang Pertamina EP-Papua Field melakukan inovasi yang berdampak perubahan sub sistem dengan nilai inovasi value chain optimisation, dimana dilakukan pergantian filter manufaktur dengan filter B-Leaf dalam upaya mengatasi unplanned shutdown dan penurunan emisi buangan dari power plant. Berdasarkan hasil uji lab yang dilakukan, diketahui filter B-Leaf memiliki kehandalan yang lebih baik dalam melakukan filtrasi emisi buangan, tercatat setelah diaplikasikan tidak pernah terjadi lagi unplanned shutdown pada unit power plant sehingga proses produksi dapat berjalan dengan baik. Program B-Leaf - (Improving the Reliability of Engine Fuel Filter System and Reducing Emissions with the Innovation of Banana Leaf) termasuk dalam lingkup nilai tambah value chain optimisation dan product sharing, dimana Pertamina Ep-Papua Field sebagai produsen mampu menurunkan emisi buangan sebesar 529,53 Ton Co2eq atau setara dengan penghematan sebesar Rp 120.625.069, mampu menghilangkan potensi kerugian konsumen yaitu perusahaan Refinery Unit (RU) sebesar Rp 948.000.000/hari akibat terganggunya proses distribusi minyak, dan memberikan keuntungan kepada masyarakat (local hero) papua sebagai supplier dari bahan pembuatan filter B-Leaf sebanyak Rp 3.564.000/bulan.  **Sebelum Program**  Program B-Leaf - (Improving the Reliability of Engine Fuel Filter System and Reducing Emissions with the Innovation of Banana Leaf) dilaksanakan di unit production well dan sumur produksi klamono yang	

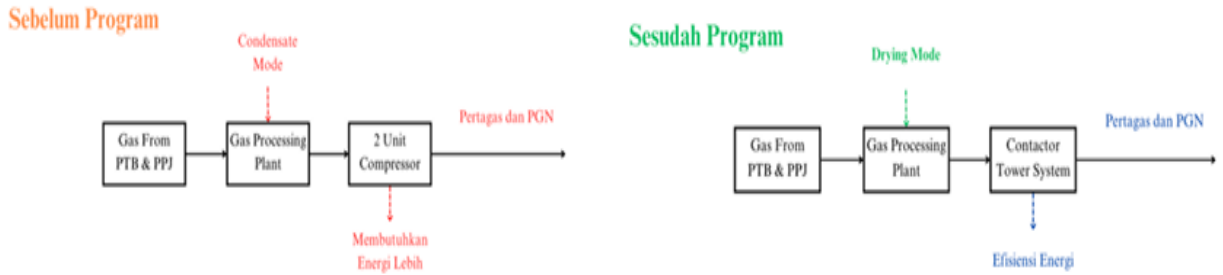
	telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Dalam life cycle assessment produk Minyak, unit production well dan sumur produksi klamono termasuk dalam ruang lingkup production. Pelaksanaan program ini berdampak pada Wasted Capacity, dimana terdapat perbaikan kualitas emisi buangan dengan melakukan pergantian filter manufaktur dengan menggunakan filter B-Leaf.

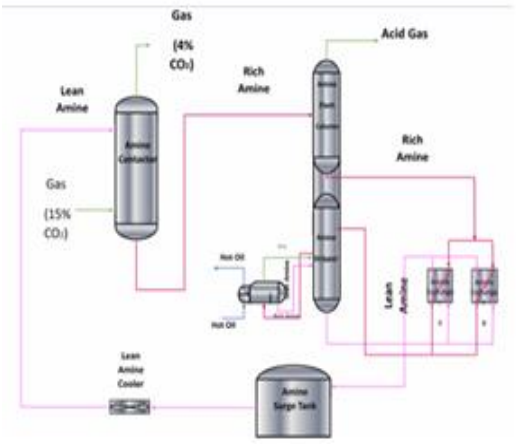
10	**EMP Bentu Limited**	**Penggunaan Gas Methane sebagai Feed Starting Fire pada Proses Sparking Flare**

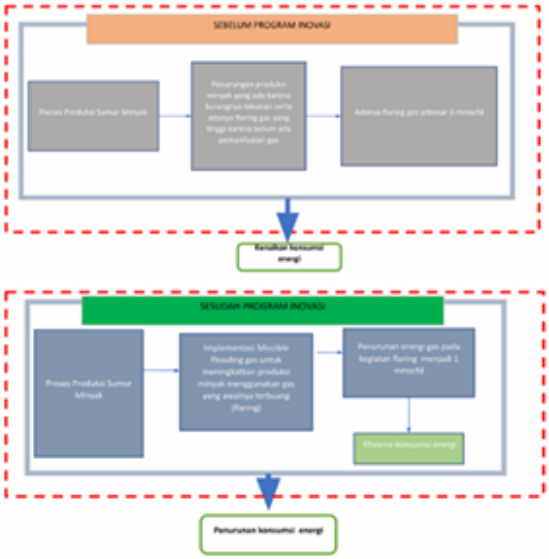
Inovasi ini memiliki unsur kebaruan dan pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor Migas EP menurut Buku Best Practice Tahun 2018-2023 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Sebelum adanya program, proses sparking flare perusahaan menggunakan bahan bakar LPG untuk keperluan starting fire dimana penggunaan LPG memiliki rasio HC lebih rendah sehingga proses pembakaran menghasilkan lebih banyak CO2 serta nitrogen oksida (NOx) per unit energi. Setelah adanya program, perusahaan melakukan pemanfaatan gas methane pada KO drum sebagai feed starting fire pada proses sparking fire sebagai pengganti bahan bakar LPG, karena gas methane memiliki kandungan kalori yang cukup untuk pembakaran serta memiliki rasio HC yang lebih tinggi sehingga menjadikan sumber energi methane lebih efisien dan menghasilkan emisi sebesar 11% lebih sedikit dibandingkan dengan LPG.

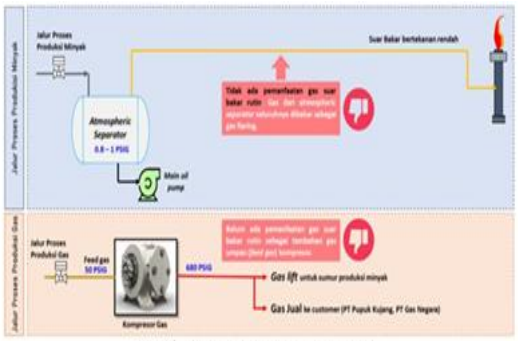
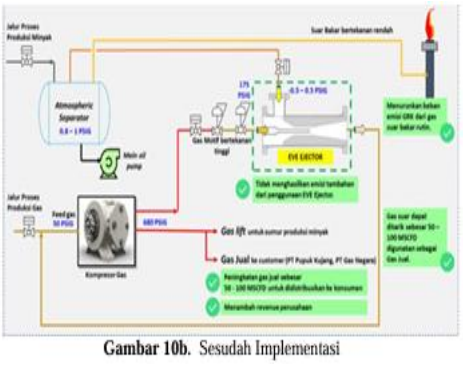


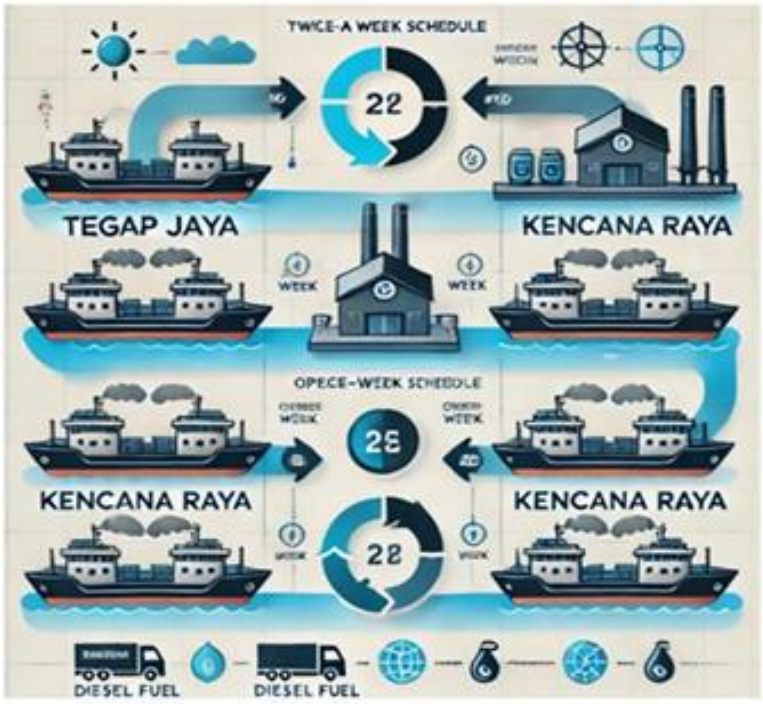
Nilai tambah dari inovasi ini berupa Rantai Nilai an keuntungan yang diperoleh Perusahaan dari reduksi emisi gas rumah kaca (GRK) berupa CO2eq yaitu pengurangan serapan dari tenaga listrik yang dihasilkan diesel generator di Matak B Value Creation dari adanya program ini yaitu dapat menghasilkan penurunan emisi (absolut) sebesar 2,03 ton CO2eq dan menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 3.000.000,00 dari anggaran biaya Rp 500.000,00 pada tahun 2023. ase sebesar 30% konsumsi daya listrik yang dihasilkan 202.561,50 kWh/tahun setara dengan penghematan 61.376,13 liter bahan bakar diesel dan emisi dari pengurangan daya listrik terbangkit adalah sebesar 167,482-ton CO2eq, dan dapat mereduksi biaya perawatan, pemeliharaan diesel
generator sebesar 30% dari total biaya perawatan dan biaya konsumsi bahan bakar diesel sebesar Rp 1.384.837.000.

11	**PT. Pertamina EP Asset 1 - Field Pangkalan Susu**	**Implementasi Contactor Tower dengan Drying Mode pada Kilang Mini (Kimin)**
	Sebelum program inovasi, fasilitas produksi di gas processing plant (PTT) dalam mode kondensat memerlukan dukungan operasional penuh dari kompresor untuk memastikan produksi kondensat dari gas umpan yang berasal dari sumur-sumur gas di struktur PTT melalui SP-XII. Untuk menjaga agar proses ini tetap berjalan lancar, setidaknya dua kompresor harus dioperasikan secara terus-menerus sepanjang hari. Kompresor tersebut berfungsi untuk mempertahankan tekanan dan aliran yang diperlukan dalam proses ekstraksi kondensat dari feed gas. Tanpa keberadaan kompresor ini, sistem tidak akan mampu menghasilkan kondensat secara efisien karena tekanan gas dari sumur tidak cukup kuat untuk mendukung proses produksi secara mandiri.  Berdasarkan kajian LCA, inovasi ini berada di unit proses gas processing plant dan mampu menurunkan dampak Global Warming Potential sebesar 1.470,09 kg CO2 ek pada tahun 2024 yang berada pada tahap siklus production dengan kategori energy minimized dikarenakan adanya penghematan energi yang didapatkan dengan adanya inovasi tersebut. Kemudian, dilihat pada circular business model inovasi ini tergolong pada skema wasted embedded value dimana terjadi pengurangan pemakaian gas berkat adanya inovasi ini. Value creation dari adanya program ini adalah dapat melakukan penurunan emisi (Absolut) pada tahun 2024 sebesar 1.470,09 Ton CO2 dan menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 10.476.618.988 dengan anggaran biaya sebesar Rp 120.000.000,00 pada tahun 2024.	
12	**Petrochina International Jabung Ltd - (Gas)**	**Implementasi Pemurnian acid gas menggunakan Teknik Resirkulasi Rich Amine dan lean Amine**
	bertujuan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan meningkatkan kualitas gas alam yang dihasilkan. Sebelum program inovasi, sistem pemurnian gas alam mengandalkan penggunaan hot oil secara intensif sebagai sumber pemanas utama dalam proses regenerasi amina. Metode ini memerlukan konsumsi energi yang tinggi serta meningkatkan biaya operasional. Selain itu, ketergantungan pada hot oil menyebabkan fluktuasi suhu yang tidak stabil, yang dapat berdampak pada efektivitas proses pemurnian dan kualitas sales gas yang dihasilkan. Sesudah program inovasi, pemurnian gas alam dari kontaminan hidrogen sulfida (H_2S) dan karbon dioksida (CO_2) dapat dilakukan secara efektif dengan metode gas sweetening, sehingga meningkatkan nilai kalori gas dan menurunkan risiko korosi pada peralatan.	

	 Program inovasi ini termasuk dalam perubahan komponen dengan klasifikasi process improvement karena dilakukan Implementasi Pemurnian acid gas menggunakan Teknik Resirkulasi Rich Amine dan lean Amine sehingga perusahaan berhasil menurunkan emisi sebesar 1,148.13 Ton CO2eq pada tahun 2024 dan menghasilkan penghematan bagi perusahaan sebesar Rp 6,326,650,000, serta mampu memberikan nilai tambah layanan produk. Kemudian, dilihat pada circular business model, inovasi ini tergolong pada skema wasted embedded value dimana terjadi pengurangan pemakaian energi berkat adanya inovasi ini.	
13	**Petrochina International Jabung Ltd - (Minyak)**	**Implementasi Miscible Gas Flooding pada Panen**
	Sebelum program inovasi, perolehan minyak dari reservoir tidak dapat dilakukan secara optimal, dan gas yang dihasilkan sebagai produk sampingan selama proses produksi tidak dimanfaatkan dengan baik sehingga harus dibuang melalui flaring. Pada kondisi ini, tekanan reservoir yang semakin menurun membuat minyak menjadi sulit mengalir menuju sumur produksi, sehingga metode produksi DOKUMEN RINGKASAN KINERJA PENGELOLAAN LINGKUNGAN PETROCHINA INTERNATIONAL JABUNG LTD – AREA GERAGAI (MINYAK) 2024 10 konvensional hanya dapat mengambil sebagian kecil dari total cadangan minyak yang tersimpan. Sesudah program inovasi, instalasi Miscible Gas Flooding diterapkan, perusahaan berhasil mengurangi flaring secara signifikan, yaitu sebesar 2 mmscfd. Miscible Gas Flooding adalah metode injeksi gas yang digunakan untuk meningkatkan perolehan minyak dari reservoir dengan cara menyuntikkan gas yang larut dan bercampur dengan minyak di dalam formasi, sehingga menurunkan viskositas minyak dan mempermudah alirannya menuju sumur produksi.	

	 Program inovasi ini termasuk dalam perubahan komponen dengan klasifikasi process improvement karena dilakukan penurunan flaring melalui implementasi miscible gas flooding sehingga perusahaan berhasil menurunkan emisi sebesar 59,750 Ton CO2eq pada tahun 2024, dan berhasil memberikan penghematan bagi perusahaan sebesar Rp 12,610,960,000, serta mampu memberikan nilai tambah layanan produk. Kemudian, dilihat pada circular business model, inovasi ini tergolong pada skema wasted embedded value dimana terjadi pengurangan penggunaan energi (flaring) berkat adanya inovasi ini.	
14	**PT. Pertamina Hulu Energi - Offshore North West Java (PHE ONWJ)**	**Pemanfaatan Gas Suar Bakar Rutin dengan Inovasi Perangkat Extended Vacuum Entrainment (EVE) Ejector Berbasis Venturi untuk Menurunkan Emisi GRK di Anjungan Lepas Pantai Bravo**
	Sebelum adanya program inovasi, PT PHE ONWJ belum melakukan pemanfaatan gas suar bakar rutin sebagai tambahan feed gas kompresor sehingga gas dari atmospheric separator seluruhnya dibakar sebagai gas flaring. Kendala tersebut disebabkan oleh sulitnya penghisapan gas suar bakar akibat tekanan kerja yang rendah setara dengan tekanan atmosferik. Gambar 9. Penghargaan Penurunan Emisi Berdasarkan permasalahan tersebut, PT PHE ONWJ menerapkan program inovasi di unit lapangan Bravo yang telah masuk dalam ruang lingkup kajian LCA 2023 pada bagian Production produk minyak dan gas. Program inovasi EVE Ejector tergolong dalam perubahan sub sistem dan memiliki dampak Value Chain Optimization dimana terdapat perubahan modifikasi perpipaan dan safety valve di lapangan Bravo dan penerapan EVE ejector. Perangkat EVE ejector menggunakan desain khusus berbasis venturi ejector merupakan sebuah perangkat fluida yang didesain tanpa mekanisme benda bergerak/berputar di dalamnya. Konfigurasi venturi dan struktur mekanika statis ejector mampu menghasilkan efek vakum. Setelah adanya program inovasi, dengan dipasangnya EVE ejector mampu menghasilkan tekanan hisap yang dapat memberikan efek vakum sehingga dapat menarik gas dari atmospheric separator dan terjadi pemanfaatan gas suar bakar. Upaya modifikasi pada EVE ejector berbasis venturi tersebut berdampak pada Wasted Embedded Value (Energy Recovery) untuk memanfaatkan gas yang sebelumnya hanya dibakar menjadi gas jual atau gas injeksi ke sumur minyak ke dalam kompresor gas.	

	Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah penurunan emisi GRK pada tahun 2023 sebesar 355,4 ton CO2eq yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 568.139.940,77,-. Nilai tambah dari program inovasi berupa perubahan rantai nilai yang memberikan keuntungan pada perusahaan/produsen, konsumen, dan supplier, sebagai berikut:  **Gambar 10a.** Sebelum Implementasi  **Gambar 10b.** Sesudah Implementasi	
15	**Medco Energi Sampang Pty. Ltd.**	**Implementasi Manajemen Transportasi Reguler Inspeksi Anjungan Lepas Pantai**
	Kondisi sebelum adanya program WHP Oyong dan Wortel mengalami dua kali keberangkatan kapal penumpang per minggu. Kondisi ini menyebabkan konsumsi bahan bakar yang tinggi, dengan penggunaan rata-rata sekitar 101.150 liter per tahun. Kondisi setelah adanya program frekuensi perjalanan kapal dikurangi dari dua kali menjadi satu kali per minggu. Perubahan ini secara drastis mengurangi konsumsi bahan bakar menjadi sekitar 3.928 liter per bulan, yang berkontribusi pada efisiensi energi total sebesar 3.196,66 GJ. Program "Optimasi Frekuensi Keberangkatan Kapal Penumpang ke WHP Oyong dan Wortel" tidak hanya berdampak pada pengurangan emisi dan penghematan biaya, tetapi juga memberikan nilai tambah dalam rantai operasional perusahaan, konsumen, dan suplier. Keuntungan utama dari program ini adalah penghematan biaya operasional sebesar Rp 1.708.238.074,29. Selain itu, program ini meningkatkan efisiensi operasional dengan mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 61.870 liter/tahun, yang mengurangi jejak karbon perusahaan sebesar 167,97 ton CO2eq.	

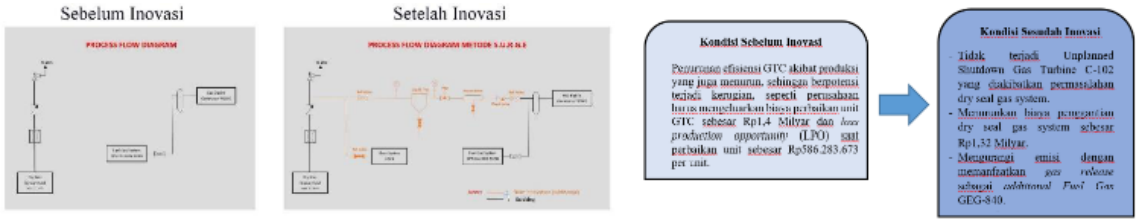


Gambar 7. Kondisi Sebelum dan Sesudah Program

Indonesia Power sebagai pembeli gas dari Sampang Facilities mendapatkan manfaat besar dari program ini, terutama terkait keberlanjutan pasokan energi yang tetap konsisten. Meskipun frekuensi keberangkatan kapal penumpang ke WHP Oyong dan Wortel telah dikurangi, pasokan gas ke Indonesia Power tetap terjaga stabil sebesar 627,49 mmscf per bulan. Bagi suplier bahan bakar dan logistik, meskipun ada penurunan dalam volume permintaan bahan bakar karena optimasi frekuensi keberangkatan kapal, supplier mendapatkan keuntungan dari perbaikan Implementasi Manajemen Transportasi Reguler Inspeksi Anjungan Lepas Pantai Gambar 7. Kondisi Sebelum dan Sesudah Program 10 hubungan jangka panjang dengan perusahaan yang menunjukkan komitmen kuat terhadap keberlanjutan. Program optimasi frekuensi keberangkatan kapal ke WHP Oyong dan Wortel dilaksanakan di unit WHP yang termasuk dalam ruang lingkup kajian Life Cycle Assessment (LCA) tahun 2023, khususnya pada aspek Production.

16	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Donggi Matindok**	**FIT-PRESS (Filter Press) Pemasangan Pressed Filter Pada Biological Sulfur Recovery Unit untuk Memudahkan Kinerja Unit Thermal Oxidizer**

Permasalahan awal di PT Pertamina EP Donggi Matindok Field berpusat pada tingginya emisi gas buang, khususnya CO_2 dan SO_2 yang dihasilkan akibat ketidakefisienan pengolahan gas buang di Biological Sulfur Recovery Unit (BSRU). Januari 2022, BSRU mengalami shutdown dikarenakan plugging pada unit pengepresan dekanter sehingga sulfur tidak dapat diolah. Akumulasi sulfur padat yang tidak terolah dapat meningkatkan TDS dalam cairan sulfur sehingga mengganggu proses pengolahan dan menurunkan efektivitas penanganan sulfur di BSRU yang mengakibatkan waste gas dari Acid Gas Removal Unit (AGRU) tidak dapat diolah secara optimal. Proses ini menyebabkan waste gas dengan kandungan karbon dan sulfur tinggi dialirkan langsung ke Thermal Oxidizer (TOX).



Gambar 11 Perbedaan Sebelum dan Sesudah Inovasi Metode S.U.R.G.E

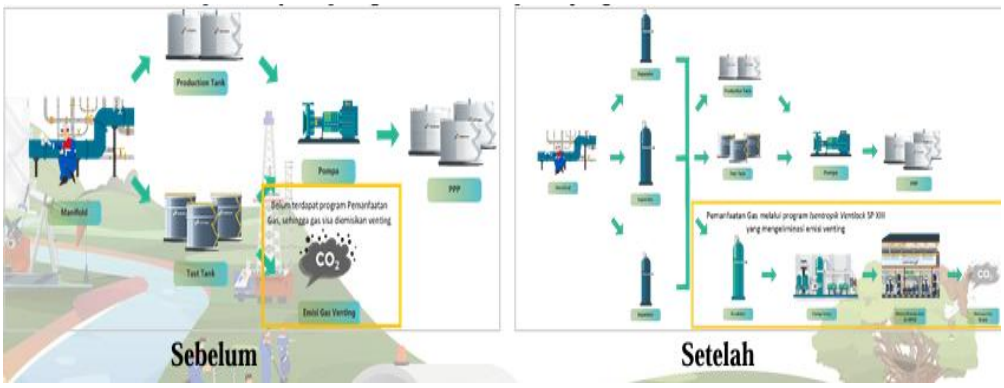
Program Inovasi ini berdampak pada perubahan sub-sistem dimana terdapat value chain optimization dengan melakukan modifikasi alat hingga berhasil mengurangi konsumsi fuel TOX dari 1,44 MMSCFD menjadi 0,7 MMSCFD, meminimalisir penggunaan sumber daya dan mengurangi biaya operasional secara signifikan. Adanya program ini juga memberikan dampak terhadap lingkungan dimana berhasil menurunkan emisi GRK dan emisi konvensional SO2 dengan nilai absolut emisi GRK sebesar 17.488,69 Ton CO2eq dan nilai absolut emisi konvensional SO2 sebesar 0,47 Ton SO2 serta memperoleh penghematan biaya sebesar Rp 8.868.073.958,-. Melalui inovasi ini, perusahaan berhasil menjaga keberlanjutan lingkungan melalui pengurangan emisi yang timbul dari aktivitas produksi dan juga juga berhasil meningkatkan kepatuhan terhadap regulasi emisi serta memaksimalkan efisiensi produksi biosulfur sebagai produk sampingan.

Nilai tambah inovasi ini berupa rantai nilai dimana PT Aimtopindo Nuansa Kimia sebagai supplier yang menyediakan instalasi peralatan dan dukungan operasional inovasi FIT-PRESS mengalami peningkatan permintaan yang mendukung pertumbuhan bisnis mereka dalam jangka panjang. Melalui inovasi ini, PT Aimtopindo Nuansa Kimia memperoleh keuntungan sebesar Rp 29.790.000.000,-. Selain itu, dengan penerapan inovasi ini, membuat BSRU dapat beroperasi secara optimal sehingga dapat meningkatkan stabilitas dan efisiensi keseluruhan proses di CPP (Central Processing Plant). Stabilitas operasional yang meningkat berdampak pada peningkatan kualitas dalam penjualan sales gas ke konsumen, di mana pasokan gas yang dihasilkan dapat sesuai standar spesifikasi yang disepakati dengan pembeli.

17	**PT Pertamina EP Asset 1 - Field Rantau**	**Program Isentropik Ventlock SP XIII adalah inovasi penurunan emisi melalui pemanfaatan gas dari SP-XIII untuk menghilangkan emisi venting.**

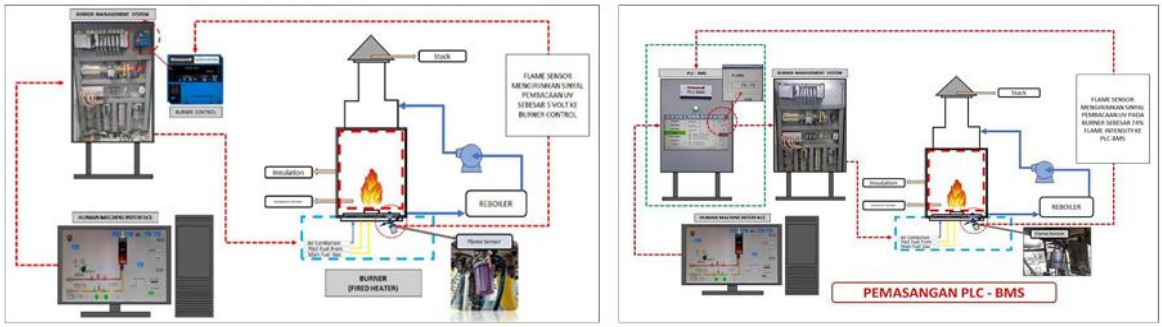
Sebelum program, gas dari sumur terbawa hingga ke tangki produksi dan dibuang melalui venting, menyebabkan inefisiensi dan emisi tinggi.

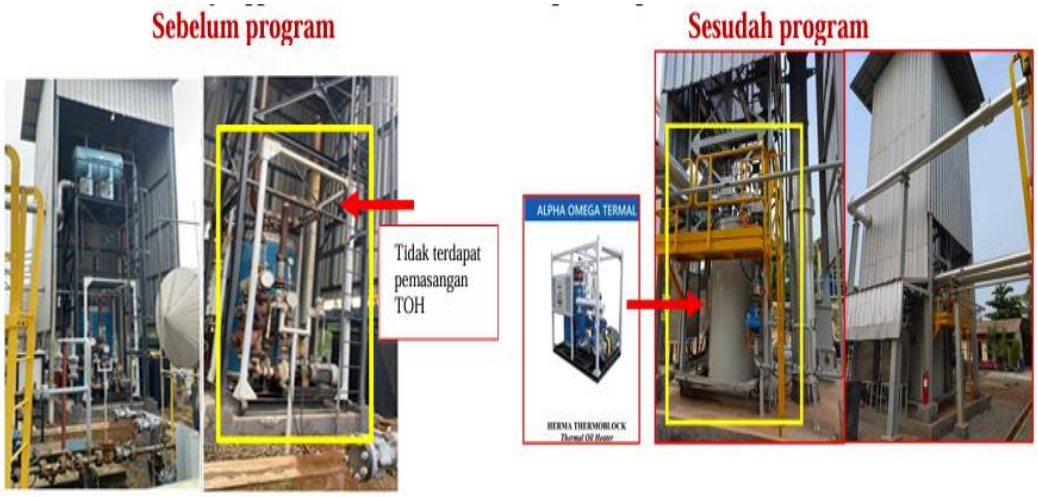
Setelah program, gas dipisahkan dari fluida minyak melalui separator dan scrubber, kemudian dimanfaatkan sebagai fuel gas di jaringan gas KSB dan SPH, atau untuk fasilitas penunjang lainnya. Program ini berada di unit SP (Stasiun Pengumpul) yang masuk ruang lingkup kajian LCA 2023, dengan ruang lingkup Production.



Kategori perubahan yang dilakukan: Program Isentropik Ventlock SP XIII dengan pemanfaatan gas dari SP-XIII sehingga eliminasi emisi venting, yang berdampak pada perubahan komponen dengan nilai tambah perubahan rantai nilai, dimana terjadi process improvement dan keuntungan.

Dampak pelaksanaan program: Bagi perusahaan: Penurunan emisi GRK sebesar 1.204,32 Ton CO2eq, setara dengan penghematan Rp2.505.607.173,68, dan peningkatan keselamatan proses. Bagi Pihak Ketiga: Keuntungan dari pemasangan kompresor di SP-XIII dan zero accident. Bagi Konsumen: Peningkatan kualitas udara dan terpenuhinya suplai gas ke fasilitas penunjang.

18	**PT Pertamina EP Asset 3 - Field Subang**	**Program Eliminasi Downtime Start up Burner Menggunakan Programable Logic Control (PLC) System**
	Program inovasi Program Eliminasi Downtime Start up burner Menggunakan Programable logic control (PLC) System merupakan inovasi pada tingkat sub-sistem dimana terjadi perubahan sistem dimana sebelum adanya program ini proses start up burner mengalami kendala Ketika menyesuaikan parameter operasi pada burner management system sehingga menyebabkan api burner sulit menyala. Setelah adanya program inovasi ini dengan sistem PLC, parameter proses start up dapat di setting dengan mudah sehingga waktu optimal pada saat proses start up CO2 Plant bisa berjalan dengan cepat dan mudah. Proses start up burner CO2 Removal plant yang awalnya membutuhkan waktu 15-24 jam dapat dipercepat menjadi 3 jam saja. Dengan adanya sistem PLC-BMS ini dapat meminimalisir, mengurangi, serta mencegah terjadinya downtime pada saat proses start up burner CO2 Plant. Serta penyaluran natural gas dan CO2 ke konsumen dapat berjalan dengan lancar.  Gambar 9. Skema Program Inovasi Eliminasi *Downtime Start up burner* Menggunakan *Programable logic control* (PLC) *System* Program Eliminasi Downtime Start up burner Menggunakan Programable logic control (PLC) System yang dilaksanakan di unit proses CO2 Removal SP CLU yang masuk ke dalam ruang lingkup kajian Life Cycle Assesstment (LCA) perusahaan tahun 2023. Hal ini merupakan upaya perusahaan dalam mengidentifikasi peluang untuk meningkatkan kinerja lingkungan dari daur hidup produk minyak dan gas, khususnya yang berada pada ruang lingkup Production dengan menerapkan energy minimized, yaitu dengan melakukan inovasi pada burner CO2 Removal plant sehingga proses start up dapat berjalan lebih cepat dan dapat mereduksi gas flare yang dibakar dan CO2 yang diventing pada saat CO2 Removal plant tidak beroperasi. Program ini merupakan bentuk maintain terhadap unit CO2 Removal SP CLU yang dilakukan oleh perusahaan dalam menerapkan salah satu karakteristik Circular Business Model yaitu pada nilai Wasted Lifecycles.	
19	**PT Pertamina EP Asset 3 - Field Tambun**	**Realisasi DCP (Decarbonisasi Condensate Plant) Dalam Upaya Peningkatan Kehandalan Unit Produksi Dan Penurunan Emisi**
	Hal ini menyebabkan kehilangan peluang produksi kondensat dan ketidakstabilan suhu, mengakibatkan gas menjadi basah dan tidak dapat diserap secara optimal, sehingga direlease ke flare. Gas basah ini tidak dapat dikonsumsi oleh konsumen, dan PT PJB Muara Tawar sering mengeluhkan kualitas gas yang buruk akibat kondensat ter-recovery di sistem mereka, yang mengganggu operasional produksi listrik. Untuk mengatasi masalah ini, PT Pertamina EP Tambun Field meluncurkan program inovasi pemasangan “New TOH (Thermal Oil Heater) dengan low consumption fuel gas” untuk mengurangi potensi gas terkondensasi, emisi gas buang, dan menjaga kestabilan produksi kondensat.	

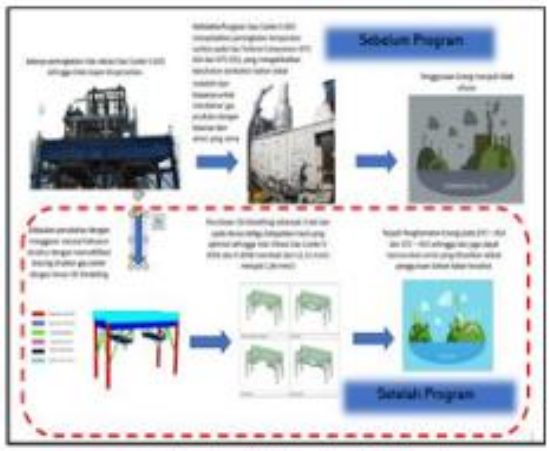


Program reduksi emisi di Condensate Plant (CP) SP Tambun melalui pembangunan New Thermal Oil Heater (TOH) berfokus pada peningkatan keandalan produksi dan efisiensi peralatan serta mendukung inisiatif dekarbonisasi. Pemasangan TOH baru dengan konsumsi bahan bakar gas rendah (low consumption fuel gas) berhasil menjaga kestabilan produksi kondensat, mengurangi unplanned shutdown, serta menurunkan penggunaan bahan bakar dan emisi gas buang.

Program inovasi ini merupakan perubahan sistem yang memberikan nilai tambah berupa optimalisasi rantai nilai. Keuntungan yang diperoleh dari program inovasi ini meliputi, pada produsen pengurangan penggunaan fuel gas berkurang pada New TOH dan efisiensi emisi yang dikeluarkan. Pada konsumen, kualitas gas yang dijual tetap terjaga, tidak ada kondensat yang ter-recovery pada sistem bahan bakar konsumen. Pada supplier, SP Tambun menyuplai 20,06% gas untuk turbin generator listrik PT PJB, berperan penting dalam distribusi listrik di Pulau Jawa dan Bali penghentian pasokan gas ini akan mengganggu pasokan listrik di kedua pulau.

20	**PT Pertamina Hulu Energi - West Madura Offshore (PHE WMO)**	**Inovasi VIRAMA (Vibration Reduction and Management Analysis)**

insan PHE WMO menciptakan inovasi untuk merubah Vibrasi yang membaik ke level satisfactory – “Unrestricted long-term operation”. Dengan inovasi ini dilakukan modifikasi desain Bracing Struktur dengan 3D Modelling sesuai kriteria yang dibutuhkan Tim Fabrikasi dimana dalam hal modifikasi alat ini 100% dikerjakan sendiri oleh Tim Technical Maintenance dan Tim Operation PHE WMO di Workshop Fabrikasi PHE WMO, Gresik dan menggunakan komponen dari limbah padat non B3 yang ada di PHE WMO. Inovasi ini merupakan hal baru dan pertama kali diimplementasikan di Indonesia dalam industri Migas EP berdasarkan buku Best Practice 2019-2023 oleh Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.



Gambar 10 Perbedaan Sebelum dan Sesudah Inovasi VIRAMA

Adanya perbahan ini, berdampak pada lingkungan berupa penghematan energi dari penurunan penggunaan bahan bakar sebesar 195,68 MMSCF atau setara 206.447,22 GJ yang berdampak pada penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 13.106,36 TonCO2eq serta penghematan biaya mencapai Rp 27.212.560.689. Nilai tambah dari inovasi ini berupa Rantai Nilai dimana manfaat dirasakan oleh berbagai pihak yaitu PT ITS Tekno Sains yang merupakan suplier vendor pihak ketiga mendapatkan kontrak kerjasama untuk melakukan validasi terkait modifikasi Bracing Struktur, PHE WMO sebagai perusahaan serta PT PJB, PT PKG, PT PGN sebagai customer atau konsumen gas yang diproduksi PHE WMO dimana dengan adanya inovasi ini, sangat berpengaruh terhadap kelancaran serta terjadanya suplai gas ke customer. Selain itu, Inovasi ini juga telah terintegrasi dengan Kajian Life Cycle Assesment (LCA) PHE WMO Tahun 2022. Selain itu, dalam kategori Four Types os Wasted Value, pelaksanaan program ini berdampak pada Wasted Embedded Value dimana program ini merupakan bentuk recycling and upcycling pada saat instalasi dimana banyak memanfaatkan material sisa pakai yang tersedia dan merupakan bentuk energy recovery dalam mengurangi konsumsi energi dan penurunan emisi.

21	PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Sangasanga	Program Implementasi Perangkat Inspeksi Kondisi Sumur Minyak dan Gas

Sebelum adanya program inovasi, sumur-sumur tidak aktif yang sudah tua dan tidak memiliki data-data historis sehingga menyebabkan tidak optimalnya pelaksanaan pekerjaan reopening. Tanpa adanya referensi data kondisi sumur, banyak terjadi permasalahan well integrity yang tidak terprediksi sehingga memperpanjang waktu kerja RIG. Untuk menyelesaikan permasalahan pada sumur tidak aktif untuk reopening ini, Rig membutuhkan waktu selama 13 hari yang tentunya akan membutuhkan solar yang cukup banyak karena dalam sehari aktifitas Rig dapat menghabiskan 250 liter Solar.

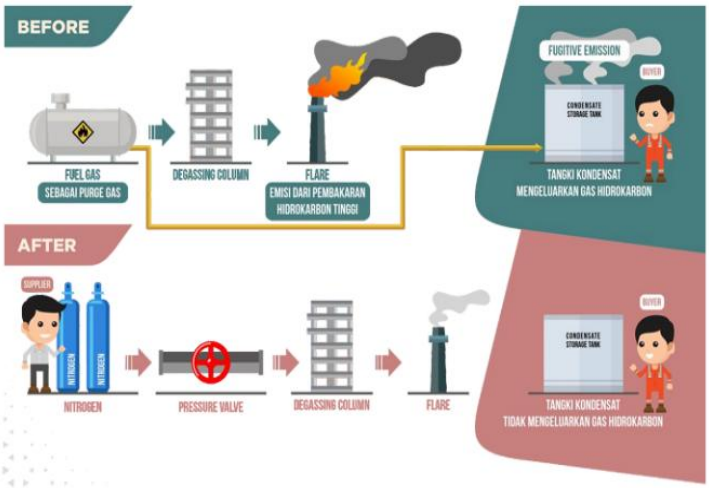
Gambar 11. Skema Sebelum Program

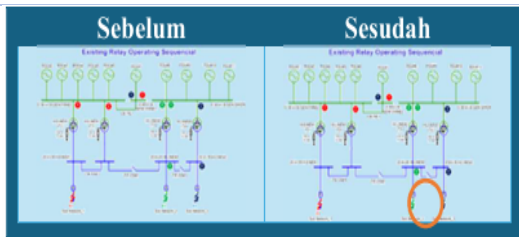
Gambar 12. Skema Setelah Program

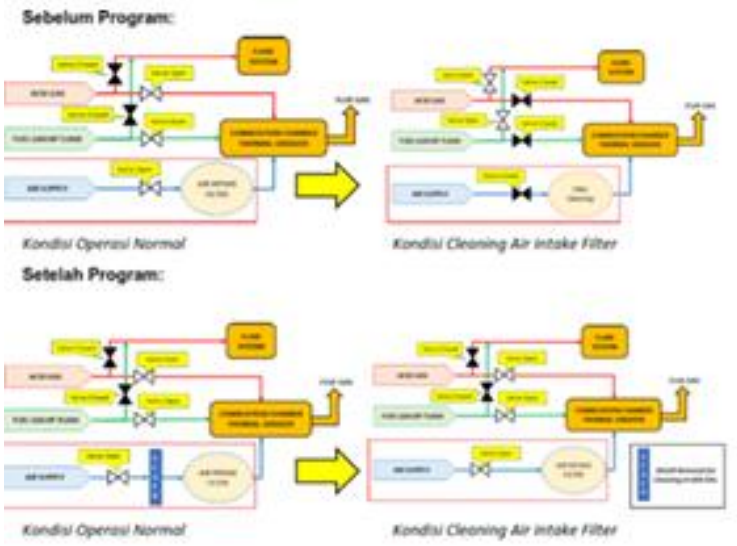
Setelah adanya program inovasi, pekerjaan sumur menjadi yang awalnya menghabiskan waktu 13 hari untuk reopening, menjadi hanya 7 hari pengerjaan. Dari data 40 pekerjaan reopening pada tahun 2023, solar yang dihabiskan setelah adanya program ini hanya 70.000 liter yang setara dengan emisi 193,72 Ton CO_2 eq. Inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor Migas EP atau Menurut Best Practice 2019-2023 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan belum pernah diimplementasikan di sektor Migas EP. Pada tahun 2023, anggaran dana yang dibutuhkan untuk melaksanakan program ini sebesar Rp 6.000.000,- dan berhasil melakukan penghematan biaya sebesar Rp 1.179.900.000. Inovasi implementasi perangkat inspeksi kondisi sumur minyak dan gas ini berdampak pada perubahan Sub Sistem dengan kualifikasi Value Chain Optimization dimana terdapat perubahan dalam inspeksi reopening sumur.

Program inovasi ini dilaksanakan di unit Well Workover & Intervention/ Service yang termasuk dalam ruang lingkup Upstream/Cradle. Selain itu, inovasi ini memiliki peluang perbaikan lingkungan akibat penerapan Life Cycle Assessment yang berada pada tahap siklus siklus Production dengan kategori Energy Minimized dari berkurangnya penggunaan solar pada kegiatan reopening. Dampak lingkungan yang dihasilkan berupa penurunan timbulan emisi pada tahun 2023 sebesar 166,04 Ton CO_2 Eq/Tahun untuk emisi gas rumah kaca dan 0.41 Ton SOx/Tahun dan 3.55 Ton NOx/Tahun untuk emisi konvensional dan mengurangi dampak Global Warming Potential sebesar 166.043,07 kg CO_2 ek.

22	**Premier Oil Natuna Sea B.V.**	**TRANSISI ENERGI TERBARUKAN PENGGUNAAN SOLAR POWERED ELECTRIC PUMP DI ANJUNGAN ANOA (TESLA)**
	Sebelum dilakukan program inovasi, pompa injeksi kimia di Anjungan Anoa digerakan secara pneumatic dengan bahan bakar berupa fuel gas dari sumur produksi. Berdasarkan spesifikasi alat, untuk beroperasi setiap harinya pompa injeksi kimia memiliki kebutuhan fuel gas yang besar sehingga menghasilkan emisi yang besar pula. Sehingga dliakukan inisatif untuk transisi ke energi baru terbarukan. Berdasarkan permasalahan tersebut, Premier Oil Natuna Sea B.V. (Harbour Energy) melakukan inovasi Gambar 6.2 Energi Terbarukan Penggunaan Solar Powered Electric Pump di Anjungan Anoa (TESLA) "Transisi Energi Terbarukan Penggunaan Solar Powered Electric Pump di Anjungan Anoa (TESLA)" yang tergolong perubahan sub sistem dimana terjadi perubahan alur proses, yang dilakukan oleh perusahaan. Gambar 6.2 Energi Terbarukan Penggunaan *Solar Powered Electric Pump* Setelah dilakukan program inovasi, pompa injeksi kimia di Anjungan Anoa diubah menjadi pompa injeksi listrik dengan sumber energi dari panel surya. Implementasi program ini dapat menurunkan konsumsi fuel gas dan menurunkan emisi gas rumah kaca. Program ini dilaksanakan di unit WLWP (West Lobe Wellhead Platform) yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Dalam life cycle assessment produk natural gas dan minyak, unit tersebut termasuk dalam ruang lingkup Production. Pada tahun 2024, terdapat penurunan emisi gas rumah kaca sebesar 45263,14 Ton Co2eq, yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 2.715.788.680,-.	
23	**JOB Pertamina - Medco E&P Tomori Sulawesi**	**Program inovasi NIFTY : Fuel Gas to Nitrogen Substitution for Degassing at Condensate Tank to Flare System**
	Sebelum diimplementasikannya program inovasi, proses pembersihan (purge) di Kolom Degassing pada tangki kondensat T-6001A/B dilakukan menggunakan gas bahan bakar (fuel gas). Gas ini dialirkan secara terus menerus ke sistem are, yang kemudian dibakar untuk mencegah penumpukan gas berbahaya di dalam tangki.	

	Sesudah implementasi program pemasok menyediakan tabung nitrogen sebagai sumber utama, yang kemudian dikirim secara berkala ke fasilitas produksi perusahaan. Gas nitrogen dialirkan melalui sistem distribusi yang telah dilengkapi dengan katup pengatur tekanan (Pressure Relief Valve atau Pressure Control Valve - PRV/PCV). Fungsi katup ini adalah menjaga tekanan nitrogen yang stabil di dalam Kolom Degassing, memastikan aliran nitrogen tetap terkendali dan mencegah terjadinya gas blowby serta potensi pelepasan gas hidrokarbon ke lingkungan. Manfaat yang didapatkan melalui program inovasi ini adalah pengurangan emisi karbon yang didapatkan dari peng hentian penggunaan fuel gas sebagai purge gas ke Degassing Column untuk dialirkan dan dibakar di are system secara terus menerus, serta pengurangan emisi hidrokarbon dari potensi gas blowby ke tangki kondensat Manfaat program ini juga meningkatkan e siensi produksi gas dan condensate di Senoro, dengan mengurangi potensi shutdown produksi yang diakibatkan oleh kejadian insiden keselamatan proses pada atap tangki kondensat T-6001A. Dampak lingkungan yang dihasilkan dari program inovasi ini adalah berupa pengurangan emisi sebesar 721,17 Ton CO2e di tahun 2024 dengan penghematan biaya sebesar Rp42.405.038,63 / tahun.  Gambar 10. Alur Skema Sebelum dan Sesudah Program
24	**PT Pertamina Hulu Energi Raja Tempirai**	**Inovasi Tekan Emisi Pa RT**
	1.Program ini tidak ada di Buku Best Pratice 2018-2023. Dan Program ini memiliki unsur kebaruan dan Program inovasi ini tidak ada di MIGAS EP lainnya. 2. Penghematan biaya yang didapat adalah sebesar 0,021 milyar pada tahun 2023 yang dihasilkan dari pengurangan pemakaian listrik dan potensi kehilangan produksi migas. 3. Perbaikan lingkungan yang dihasilkan dari inovasi ini adalah mengurangi emisi 9,98 ton CO2 dari penghematan penggunaan listrik dalam kurun waktu tahun 2023. 4. Program inovasi ini mengubah subsistem dalam perubahan rantai nilai (value chain) diantaranya mengubah input gas buang changeover dari solar ke gas. 5. Value creation yang didapat oleh perusahaan dari inovasi ini adalah menurunkan energi, emisi pada saat start up awal dan saat berjalan normal serta meningkatkan kehandalan proses alat, mempermudah kinerja operator karena tidak ada lagi kejadian padam secara tiba tiba. 6. Program ini telah masuk ke dalam ruang lingkup kajian LCA 2024 pada unit proses AIPF Generator dalam bagian inti pada batasan sistem LCA. Dampak dari program ini adalah mengurangi akuisisi material (Eliminate Impacts of Material Acquisition) berupa pengurangan emisi.	

	 Sebagai sumber pembangkit listrik, PHE RT menggunakan unit Diesel Engine Generator, dan Gas Engine Generator yang digunakan untuk keperluan operasi produksi. PHE RT memiliki unggulan emisi berupa program Tekan emisi Pa RT yaitu modifikasi genset pada saluran gas menuju combustion chamber sebelum dilakukan proses fuel changeover dari solar ke gas, sehingga proses pergantian suplai bahan bakar menjadi lancar sehingga tidak akan lagi terjadi mati listrik total secara tiba-tiba. Hasilnya terbukti dapat menyelamatkan kehilangan produksi minyak bumi sebesar 300 barrels oil akibat kegagalan proses pergantian bahan bakar dari gas ke solar saat terjadi shutdown. **Sebelum program**, pada saat genset mati peralihan supply solar ke gas sering terhambat karena tidak ada modifikasi di genset. **Setelah dilakukan modifikasi** pada jalur gas combustion di genset peralihan supply bahan bakar menjadi lancar tidak ada trip sama sekali.	
25	**PT Pertamina Hulu Energi - Jambi Merang**	**Implementasi Alat "SEGER" (Screen Guard Pre-Filter) di Unit Thermal Oxidizer Sungai Kenawang Central Gas Plant**
	Sebelum adanya program, ketika proses pembersihan air intake filter, dilakukan normal shutdown pada unit TOX sehingga acid gas sebesar 7,11 MMSCFD (rata-rata tahun 2023) akan dialirkan menuju ke Flare dengan frekuensi pembersihan sebanyak 3 kali per tahun. Kondisi ini menimbulkan adanya penambahan volume gas suar bakar yang dapat meningkatkan jumlah beban emisi ke udara. Selain itu, kondisi tersebut juga berpotensi menyebabkan penurunan integritas peralatan dan membutuhkan upaya lebih dari operator untuk melakukan shutdown dan restartup pada unit TOX yang dapat menimbulkan potensi kegagalan operasi. Berdasarkan permasalahan tersebut, PHE Jambi Merang menerapkan program inovasi "Implementasi Alat 'SEGER' (Screen Guard Pre-Filter) di unit Thermal Oxidizer (TOX)". Unit tersebut telah masuk dalam ruang lingkup kajian LCA 2023 pada bagian Production LCA produk gas.	

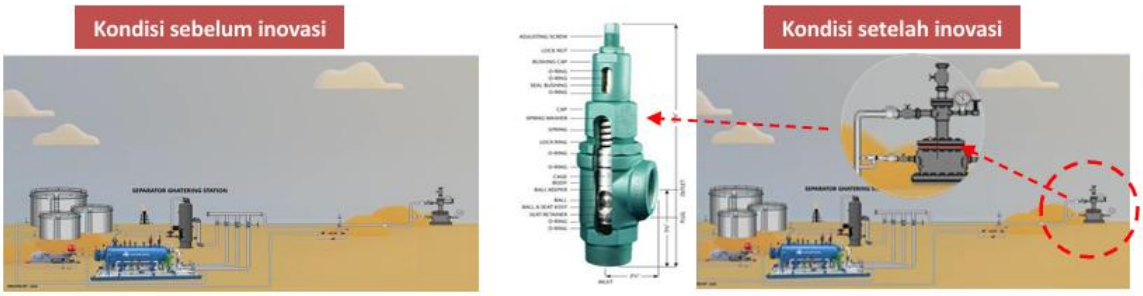


Gambar 11. Skema Perubahan Program SEGER

Setelah adanya program inovasi, dilakukan optimalisasi penambahan screen guard pre-filter (SEGER) dengan memanfaatkan desain konfigurasi air intake system. Dari hasil engineering design, penambahan pre-filter ini tetap mampu memenuhi kebutuhan udara guna proses pembakaran acid gas. Pelaksanaan pembersihan filter dapat dilakukan saat unit TOX dalam kondisi online/ masih beroperasi melakukan pembakaran acid gas. Alat ini didesain removable sehingga dapat dilepas dan dipasang kembali tanpa mengganggu operasi unit TOX. Selain itu, penggunaan desain Stainless Steel screen ukuran 40 mesh dapat memberikan efisiensi yang baik dalam proses air intake filtration system. Upaya penambahan alat SEGER tersebut berdampak pada waste embedded value (increase recycling), dimana program inovasi ini dapat mencegah terjadinya acid gas flaring akibat normal shutdown unit TOX ketika proses pembersihan air intake filter.

26	**PT. Pertamina EP Asset 1 - Field Ramba**	**Back Pressure Regulator Untuk Minimalisir Gas Release ke Lingkungan Dalam Upaya Efisiensi Emisi**

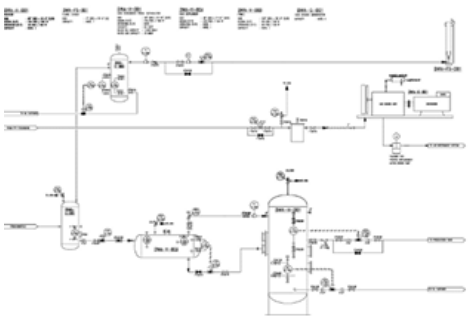
Ramba Field melakukan inovasi pemanfaatan gas untuk menambah pressure dimana terdapat permasalahan pada salah satu sumur produksi yaitu BN-028. Setelah dilakukan program pemeliharaan pada sumur tersebut terjadi kenaikan pressure casing hingga mencapai 700 – 980 psi. Tingginya pressure casing tersebut mengakibatkan terganggunya operasional pada stasiun bentayan hal ini diakibatkan karena fluida tidak bisa masuk ke ghatering station Bentayan. Selain hal tersebut tekanan yang tinggi pada sumur produksi mengakibatkan gas release ke lingkungan.



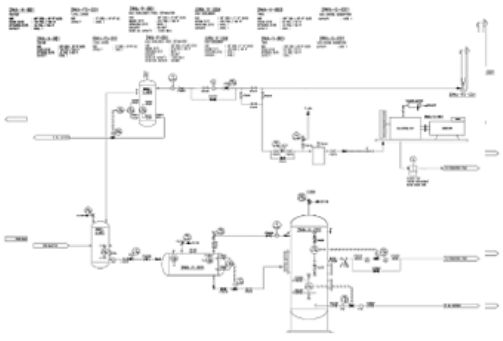
Perbaikan lingkungan berupa pengurangan emisi sebesar 0,03 Ton CO2eq, 0,00023 Ton NOx, dan 0,027 Ton SOx pada tahun 2023. Sedangkan penghematan biaya yang dihasilkan sebesar Rp 66.278.168,- pada tahun 2023. Kegiatan ini belum pernah dilakukan pada industry hulu migas sehingga inovasi ini belum pernah atau pertama kali ada pada sektor migas EP dan dapat dikategorikan sebagai unsur kebaruan dan belum terdapat dalam buku Best Practice PROPER tahun 2019 sampai dengan 2023 .

27	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Adera**	**PEGAS (Re-engineering Piping Gas Flare System for Sensor Driver Air Compressor)**

inovasi perubahan sub sistem, yaitu melakukan modifikasi jalur gas flare yang semula masuk ke sistem flaring diubah menuju ke sistem sensor driver air compressor untuk menggerakkan instrumen pneumatik dan katup kontrol sehingga mampu mengurangi beban emisi yang disebabkan gas flare sebesar 726 ton CO2eq dan secara tidak langsung dapat meningkatkan produksi serta kualitas minyak di Struktur Dewa. Program ini merupakan unsur kebaruan yang belum ada dalam daftar buku Best Practice dan Inovasi Industri PROPER 2020, 2021, 2022 dan 2023.

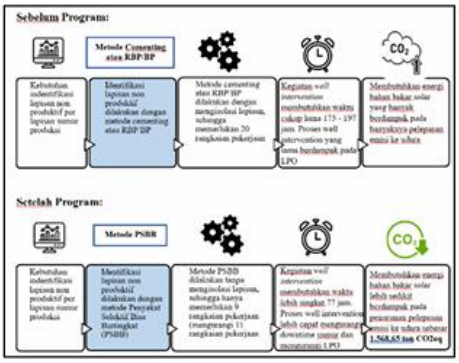


Gambar 10. Diagram Alir Sebelum Program

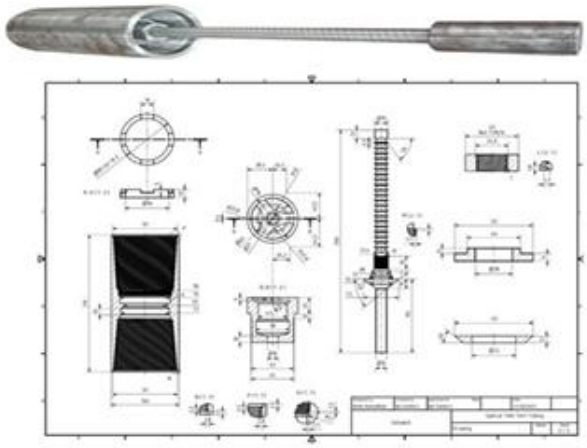


Gambar 11. Diagram Alir Sesudah Adanya Program

Perbaikan lingkungan yang dihasilkan dari inovasi ini berupa pengurangan beban emisi sebesar 726 Ton CO2eq/Tahun. Nilai tambah yang diperoleh dari inovasi ini adalah perubahan rantai nilai dimana dengan adanya inovasi ini menghasilkan keuntungan bagi beberapa pihak. Bagi Konsumen, masyarakat dapat merasakan akibat dari penurunan emisi yaitu udara di sekitar menjadi lebih

	bersih dan terdapat penambahan supply minyak untuk RU III Plaju sebesar 0.4 BOPD dengan nilai keuntungan setara Rp. 179.861.712. Bagi Supplier, mendapatkan tambahan supply demand dari pembelian material piping dan fitting dengan nilai sebesar Rp. 487.950.0000. Bagi Produsen dapat meningkatkan volume minyak yang ditransfer ke PPP Pengabuan, serta mampu mereduksi emisi CO2. Dengan mengurangi beban emisi, Adera Field turut mendukung program Zero Flaring yang digalakan oleh Pemerintah. Penghematan biaya yang diperoleh dari inovasi ini sebesar Rp. 377.455.034	
28	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Limau**	**PSBB (Penyekat Selektif Bisa Bertingkat)**
	Inovasi PSBB muncul karena adanya kondisi identifikasi lapisan non produktif reservoir per lapisan di sumur Limau Field kurang efisien karena dilakukan dengan mengisolasi lapisan eksisting dengan metode cementing dan Bridge Plug (BP) memerlukan 20 rangkaian pekerjaan sehingga proses well intervention memerlukan waktu yang lama dan membutuhkan energi yang banyak.  **Gambar 10. Before-After Implementasi Inovasi Penurunan Emisi** Perbaikan lingkungan dari inovasi ini merupakan penerapan dari circular business model dapat diidentifikasi berdasarkan four types of wasted value terletak pada aspek wasted embedded value dengan aspek nilai energy recovery yang berdampak pada emission reduction dan masuk dalam prinsip 1 dan prinsip 6 ekonomi sirkuler.	
29	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Pendopo**	**Thorped**
	Inovasi Thorped untuk Operasi Bersih dirancang untuk mengatasi inefisiensi dalam proses Well Intervention dan Well Services (WIWS) di PT Pertamina EP Pendopo Field. Inefisiensi ini, yang terutama disebabkan oleh proses yang memakan waktu dan memerlukan langkah tambahan seperti fishing alat test pressure tubing, secara signifikan meningkatkan biaya operasional dan dampak lingkungan dari operasi rig. Sebelum adanya program, penggunaan alat yang terpisah untuk pressure test tubing dan run casing scraper mengakibatkan pengulangan kerja dan penambahan waktu operasional. Biaya operasional rig dan konsumsi bahan bakar tinggi, menyebabkan emisi yang besar serta penggunaan sumber daya yang tidak efisien. Nilai tambah adalah berupa rantai nilai, keuntungan Produsen (Pertamina Pendopo) yaitu menghemat	

biaya operasional hingga Rp 3.429.717.392, meningkatkan efisiensi operasi, dan memperkuat reputasi sebagai pemimpin dalam praktik industri berkelanjutan. Bagi konsumen yaitu menikmati layanan yang lebih cepat dan efisien, mengurangi downtime produksi, dan menjamin pasokan minyak sebesar 137,41 Barrel. Bagi suplier, dengan penggunaan komponen yang efisien dan tahan lama seperti Stainless Steel AISI 316 dan Polyurethane ASME B31G, suplier mendapatkan keuntungan financial sebesar Rp19.000.000 dari pembuatan alat.

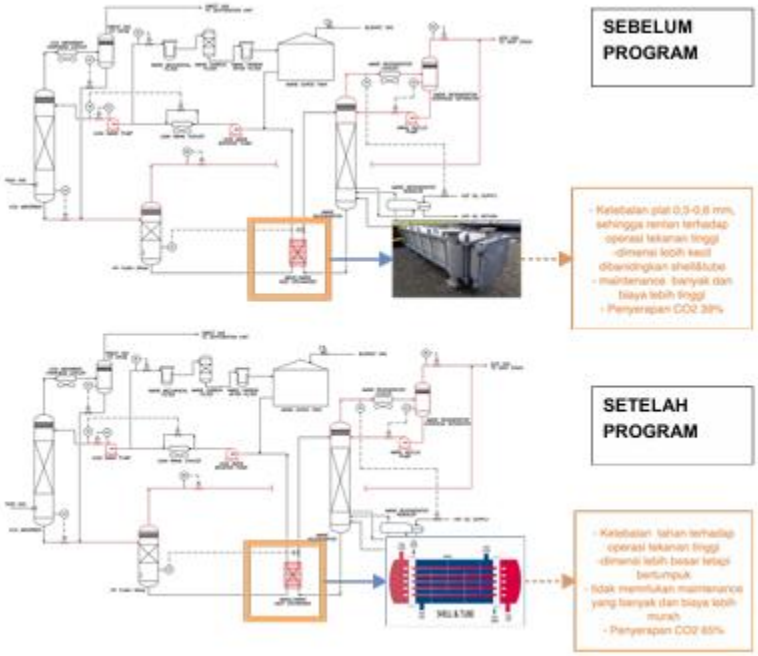


Gambar 9. Aplikasi inovasi Thorped

30	**PT Pertamina EP Asset 2 - Field Prabumulih**	**Renewal Heat Exchanger Dengan Tipe Shell &Tube**

teknologi baru yang belum pernah dilakukan di sektor migas EP dan tidak terdapat pada buku Best Practice dan Inovasi Industri Migas EP PROPER 2020-2023. Sebelum adanya program ini, kebocoran heat exchanger terjadi di beberapa titik heat exchanger, sehingga apabila tejadi kegagalan operasi pada unit dapat menyebabban uplanned shutdown di SPG Merbau. Heat exchanger tipe welded plate menggunakan material stainless steel, sehingga untuk perbaikan diperlukan pengelasan argon. Namun setelah dilakukan pengelasan argon, kebocoran masih muncul karena titik kebocoran sulit untuk dijangkau. Selain itu tipe welded plate tidak dapat dilakukan pembongkaran karena bentuknya yang fixed dan terbatasnya fabrikator yang mampu memperbaiki tipe ini. Kerusakan dan kebocoran heat exchanger menyebabkan amine solvent keluar dari sistem dan ditampung pada wadah terbuka untuk kemudian dipompakan kembali kedalam sistem CO2 Removal. Dalam menjaga volume larutan amine dalam sistem maka ditambahkan injeksi demin water.

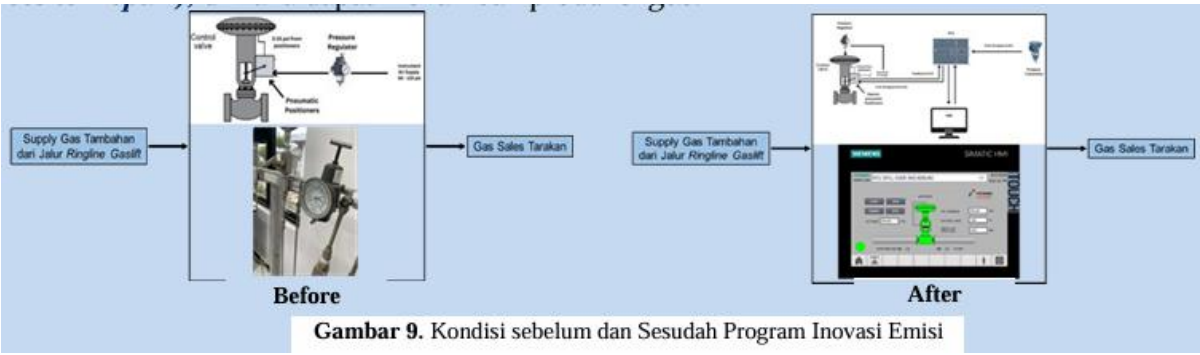
Nilai tambah inovasi ini berada pada perubahan sub-sistem dengan nilai tambah rantai nilai. Keuntungan bagi konsumen ialah meningkatkan kualitas gas product yang disalurkan ke konsumen sebanyak 39.958,2 MMSCF, tercapainya target target PJBG (Perjanjian Jual Beli Gas) dengan pihak PGN SSWJ. Keuntungan bagi perusahaan/produsen ialah menambah pendapatan vendor adanya kerjasama dalam perakitan heat exchanger sebesar sebesar Rp 7.758.000.000,- dan mengurangi beban pekerjaan vendor/pihak ke-3 dalam hal maintenance heat exchanger Keuntungan bagi vendor ialah mengurangi potensi teguran dan pinalti

	penjualan sebesar 10% karena mampu mempenuhi target nominasi gas dalam PJBG dengan pihak PT PGN SSWJ, menghindari kerugian gas yang menjadi LPO karena potensi uplanned shutdown, dan mengurangi emisi karbon dari gas yang terbakar di flaring yang dapat berdampak pada lingkungan sekitar, dan mendukung kebijakan carbon trading.  	
31	**PT. Pertamina Hulu Energi - Ogan Komering**	**SAVER (Solar/Diesel avoidance through vehicle and equipment reduction) di Seluruh Area Kerja PHE OK**
	Permasalahan awal yang dialami perusahaan adalah landasan truck crane yang tidak stabil akibat struktur tanah rawa dan lembut di Seluruh Area Kerja PHE OK yang mengakibatkan banyaknya Truck crane amblas saat beroperasi. Terlebih saat kondisi tanah basah akibat terkena hujan sehingga proses lifting berlangsung semakin rumit. Hal ini menimbulkan kerugian seperti terhambatnya pekerjaan pengangkutan dan penggunaan solar yang boros ketika truck crane amblas yang diakibatkan bertambahnya beban saat pengangkutan dan waktu pelaksanaan pekerjaan yang semakin lama. Untuk menghindari kejadian tersebut PHE OK melakukan inovasi dengan membangun alat SAVER H Beam (solar/Diesel avoidance through vehicle and equipment reduction) berupa plat baja H Beam yang dimodifikasi untuk dijadikan bantalan penyangga crane agar pada saat beroperasi tidak amblas. Setelah adanya program inovasi, crane menjadi lebih stabil sehingga selama beroperasi mesin bekerja dengan optimal dan dapat menghemat penggunaan solar.	

Program inovasi SAVER H Beam berupa perubahan subsistem (Value chain optimization) yaitu mengubah layanan produk dimana kontraktor dan perusahaan bekerjasama mencari solusi untuk mengatasi lamanya kegiatan yang menggunakan Truck Crane. Kelebihan yang didapat dari impllemantasi inovasi ini berupa adanya penurunan energi dan emisi, meningkatkan kehandalan proses alat, mempermudah kinerja para operator Truck Crane dan menurunkan resiko kecelakaan karena dengan inovasi ini Truck Crane tidak akan terguling saat operasi berlangung. Keuntungan bagi kontraktor didapat dari penghematan BBM untuk crane karena supplier tidak perlu kembali bolak balik sejauh 40 km hanya demi membeli persediaan solar yang langka di sekitar lokasi, Program ini telah masuk ke dalam ruang lingkup kajian LCA 2024 pada unit proses Well Intervention dan Well Service dalam bagian hulu pada batasan sistem LCA. Dampak dari program ini adalah mengurangi akuisisi material (Eliminate Impacts of Material Acquisition) berupa pengurangan emisi.

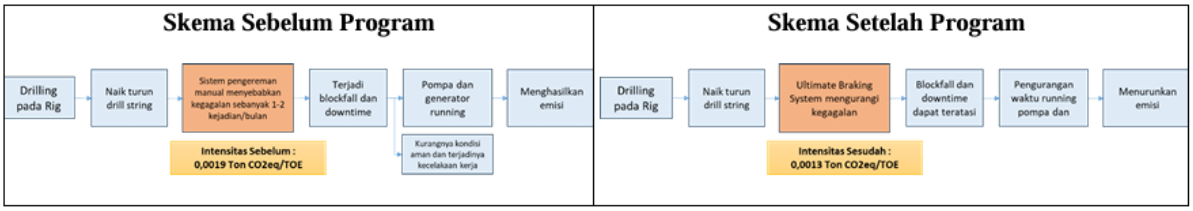
32	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Bunyu**	**Meningkatkan Kehandalan Stabilitas Suplai Gas dengan Metode Spill Over di SKG Nibung**

Asal usul program inovasi berawal dari masalah utama yaitu jalur Spill Over dioperasikan menggunakan pneumatic control valve secara manual dengan mengatur tekanan yang masuk ke actuator pada control valve dan menjaga kestablian tekanan jaringan sumur sumur gas lift, serta operator kesulitan dalam mengatur bukaan control valve secara manual. Sehingga, perusahaan dapat melakukan perbaikan kondisi lingkungan dengan menggunakan point of improvement metode "Spill Over" menggunakan PLC dan electro pneumatic positioner untuk mengontrol pneumatic control valve.



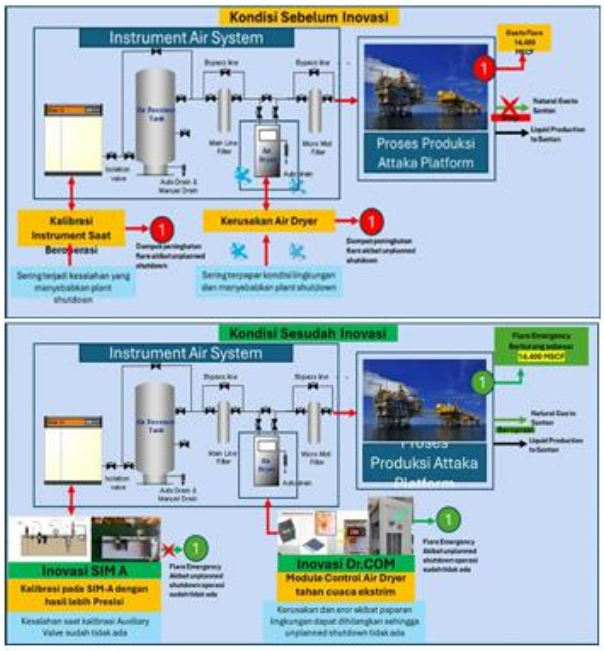
Gambar 9. Kondisi sebelum dan Sesudah Program Inovasi Emisi

Kondisi sebelum adanya program control valve dioperasikan secara manual menggunakan pressure regulator, sehingga terdapat delay response time pada saat pengoperasian control valve. Hal tersebut menyebabkan pengoperasian control valve menjadi tidak efisien yang berakibat supply berlebih pada jalur ringline tidak bisa dimanfaatkan secara optimal sebagai sales dan tidak termonitor secara simultan. Terlambatnya respon parameter operasi tersebut, berpotensi mengakibatkan low pressure pada suction kompresor dan mengakibatkan LPO avoidance pipa bertekanan yang terhubung dengan pressure regulator dapat meningkatkan kuantitas flaring. Kondisi setelah adanya program penambahan device untuk mengatur pengoperasian control valve secara otomatis dan dapat dimonitor secara real time di control room. Sehingga dapat mengurangi LPO avoidance dan meningkatkan potensi peningkatan gas sales dari supply tekanan yang berlebih pada jalur ringline sumur-sumur gaslift melalui jalur Spill Over, serta mengurangi kuantitas safety flaring. Program Meningkatkan Kehandalan Stabilitas Suplai Gas dengan Metode Spill Over di SKG Nibung berdampak pada perubahan Sub-Sistem dengan nilai tambah berupa perubahan rantai

	nilai keuntungan yang diperoleh Produsen/perusahaan meningkatkan kualitas gas dari sumur sehingga mudah dalam mempertahankan kualitas produk, penurunan emisi pada tahun 2024 sebesar 78,43 Ton CO2e, 1,45 Ton NOx, dan 0,0028 Ton SOx yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 12.510.328,- untuk penghematan emisi GRK, penghematan biaya sebesar Rp 8.786.564,- dan Rp 17.919,-. Konsumen keuntungan yang didapatkan berupa kuantitas dan kualitas gas sales semakin baik karena mengurangi LPO avoidance.	
33	**PT EMP Energi Riau**	**Instalasi Instrument Ultimate Braking System sebagai Anti Blockfall pada Rig**
	Inovasi ini memiliki unsur kebaruan dan pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor Migas EP menurut Buku Best Practice Tahun 2018-2023 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Sebelum adanya program, proses drilling dengan pipa bor atau drill string bergantung pada braking system yang dilakukan secara manual dimana menyebabkan kondisi blockfall karena adanya pergerakan pada elevator block sehingga potensi kegagalan menjadi tinggi. Kondisi blockfall terjadi sebanyak 1-2 kejadian per bulan dan mengakibatkan downtime mencapai 200 jam/tahun.  Setelah adanya program, perusahaan menerapkan Instalasi Instrument Ultimate Braking System dengan sensor yang mampu mendeteksi kondisi beban berlebih atau adanya perubahan tekanan mendadak dan memiliki mekanisme automatic pada sistem pengereman sehingga dapat mengurangi terjadinya blockfall. Kondisi ini berdampak pada penurunan konsumsi energi dan emisi yang dihasilkan dari kegiatan pada rig. Inovasi ini merupakan perubahan komponen dengan kualifikasi Process Improvement dan memiliki nilai tambah perubahan layanan produk pada produsen dan supplier. Pada sisi produsen (perusahaan) dengan implementasi Ultimate Braking System mampu mengurangi kejadian blockfall sebanyak 7 kejadian selama 2023 dan menurunkan emisi sebesar 20,66 ton CO2eq, sedangkan pada sisi supplier (kontraktor), dengan implementasi ultimate braking system mampu meningkatkan safety pekerja dan menciptakan kondisi yang aman dalam pekerjaan. Inovasi ini sudah terintegrasi dengan kajian LCA dimana terletak pada unit proses Workover and Well Service proses produksi yang memberikan penurunan dampak Global Warming Potential sebesar 20.659,43 kg Co2eq dan berada pada tahap siklus Production dengan kategori Energy Minimized. Kemudian dihadapkan pada Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema wasted lifecycle.	
34	**PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur Daerah Operasi Bagian Selatan (DOBS)**	**Efisiensi Bahan Bakar Kapal Project dengan Penerapan Metode Hole in One di area Field Sedandang Pertamina Hulu Kalimantan Timur**
	Lapangan Sedandang berada di WK East Kalimantan & Attaka dan terletak di PHKT DOBS yang beroperasi menggunakan Stacked Template Structure (STS) atau tipe anjungan tetap tiga kaki. Jumlah produksi 2023, Lapangan Sedandang mengalami penurunan produksi yang signifikan dan hanya memiliki sumur aktif di SD-2RD1, SD-3 dan SD-7ST1. Berdasarkan masalah tersebut, PHKT merencanakan pengembangan 2 sumur di Lapangan Sedandang (SDD#8 & SDD#9), namun perencanaan tersebut berpotensi adanya peningkatan bahan bakar kapal project tahun 2023. Disisi lain, kondisi Lapangan Sedandang tidak dapat mengakomodir pengeboran 2 sumur tersebut karena tidak adanya platform yang mengakomodir sumur. sehingga sebelum dilakukan inovasi diperlukan pembangunan 1 (satu) STS baru. Pembangunan platform STS baru akan meningkatkan konsumsi bahan bakar yang signifikan sebesar 1.430.326,87 Liter. Dari	

	potensi tingginya peningkatan emisi konsumsi bahan bakar kapal project, maka tim PHKT melakukan inisiatif metode baru yang dapat merealisasikan pengembangan 2 sumur tersebut secara efisien dan hemat bahan bakar. Setelah inovasi tersebut, penambahan pipa kaki pada anjungan STS Sedandang yang sudah ada sekaligus Gambar 9. Skema Sebelum dan Sesudah Inovasi Hole in One berfungsi sebagai sumur atau dapat dsebut sebagai inovas Hole in One (HIO). Inovasi HIO dapat menjadi solusi permasalahan yang ada saat ini dengan penambahan kaki yang sekaligus menjadi sumuran maka potensi pembuatan anjungan STS baru dapat dihindarkan dan mengurangi konsumsi bahan bakar kapal. Ide inovasi tersebut muncul setelah dilakukan identifikasi akar penyebab masalah pada permasalahan pemborosan bahan bakar untuk menyiapkan 2 sumur baru PHKT DOBS. Inovasi ini berasal dari inisiatif perusahaan sendiri dan pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor Migas EP atau menurut Best Practice tahun 2017-2023 KLHK. Menghadapi permasalahan tersebut, PHKT melakukan Perubahan Komponen berupa Process Improvement dimana terdapat penambahan 1 kaki sekaligus sebagai sumur produksi pada STS eksisting Lapangan Sedandang, sehingga tidak perlu dilakukan pembuatan 1 STS Platform baru. Inovasi HIO memiliki keunggulan berupa leg/kaki baru yang sekaligus menjadi sumur baru. Selain itu penambahan leg pada STS Sedandang memiliki karakterisitik struktur platform yang compact dan fasilitas yang minim. *Gambar 9. Skema Sebelum dan Sesudah Inovasi Hole in One*
35	**PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur**	**Program Pengurangan Emisi Emergency Flaring dengan Penerapan Inovasi Dr.COM (Module Air Dryer Control) dan SIM-A (Simulator Auxiliary Valve) dalam Meningkatkan Kehandalan Operasi PHKT DOBU**
	Sebelum adanya inovasi sering terjadi permasalahan pada IAC yang berupa kegagalan kalibrasi auxilary valve saat beroperasi serta kerusakan module air dryer sehingga menyebabkan kualitas udara ke IAC kurang kering dan berpotensi terjadinya unplanned shutdown. Hal ini berdampak pada meningkatnya emergency flare di Terminal Santan sebesar 14.400 MSCF. Menghadapi permasalahan tersebut, tim PHKT DOBU melaksanakan program inovasi Dr.COM (Module Air Dryer Control) dan SIM-A (Simulator Auxiliary Valve). Ide perubahan ini berasal dari perusahaan sendiri dan pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor EP Migas atau menurut Best Practice pada tahun 2017-2023 dari KLHK. Setelah adanya inovasi SIM-A dapat memudahkan proses kalibrasi agar mendapatkan hasil yang sangat presisi. Inovasi Dr.COM dapat meningkatkan reliability control module IAC sesuai kondisi lingkungan offshore. Inovasi ini berdampak pada Perubahan Komponen (process improvement) dengan nilai tambah Rantai Nilai melalui perubahan operasi maintenance kalibrasi Auxiliary Valve dan penggantian modul air dryer. Kedua inovasi tersebut memberikan manfaat bagi produsen, konsumen, supplier, dan perbaikan	

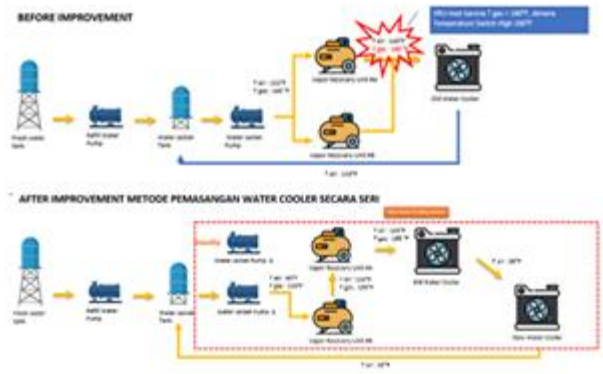
lingkungan. Keuntungan yang diterima PHKT sebagai produsen berupa menjaga produksi sumur tetap optimal dan mengurangi jumlah gas suar yang dapat disubstitusi menjadi sales gas. Inovasi ini dapat mencegah kehilangan produksi crude oil sebesar 5000 BOPD yang berdampak positif pada peningkatan suplai minyak yang diterima konsumen yaitu Pertamina RU V Balikpapan.



Gambar 10. Skema operasi gas lift sebelum adanya program (atas) dan sesudah (bawah) Program SILOS

36	**PT Pertamina Hulu Rokan - Bekasap Rokan**	**Pengurangan Gas Suar Bakar dengan Penambahan Water Cooling Vapor Recovery Unit (VRU) di Bekasap Gas Plant**

Sebelum adanya program inovasi, besarnya buangan associated gas ke flare stack karena kondisi eksisting 2 (dua) unit VRU tidak optimum dijalankan oleh 1 unit water cooler dengan metode paralel.

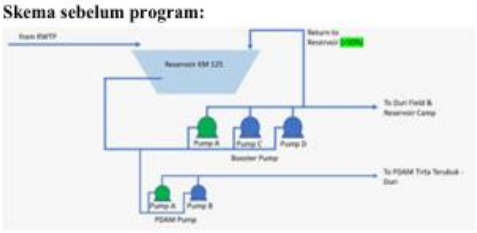


Gambar 7. Skema Perubahan Inovasi Penguranggan Gas Suar Bakar dengan Penambahan *Water Cooling* VRU

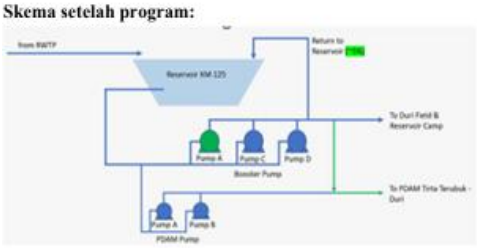
Setelah adanya program inovasi, buangan associated gas ke flare menurun hingga 50%, meningkatkan produksi gas, dan condensate. Hal tersebut dikarenakan meningkatnya optimalisasi 2 (dua) unit VRU dari pemasangan 2 (dua) unit water cooler dengan metode seri. Program inovasi ini termasuk kategori perubahan komponen yang memiliki nilai tambah perubahan rantai nilai. Program Pengurangan Gas Suar Bakar Dengan Penambahan Water Cooling Vapor Recovery Unit (VRU) di Bekasap Gas Plant

	dilaksanakan di Proses Inti unit gas boot GS Bekasap yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Dalam life cycle assessment produk crude oil, unit gas boot termasuk dalam ruang lingkup production. Pelaksanaan program ini berdampak pada waste embedded value (energy recovery dan increase recycling), dimana terdapat pengurangan gas buang yang diolah menjadi condensate. Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa penurunan emisi pada tahun 2023 sebesar 29.994,5 Ton Co2 eq, 9,01 Ton SOx, dan 11,96 Ton NOx yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp4.949.096.359.	
37	**PT Pertamina Hulu Rokan - Minas Siak**	**Alat "SPARKLE" (Special Packer RTTS J-Straight For Fracturing And Enhanced Release) untuk meningkatkan produksi.**
	PT Pertamina Hulu Rokan – Minas Siak memiliki program fracturing yang bertujuan untuk meningkatkan permeabilitas sehingga memungkinkan minyak dan gas mengalir lebih mudah yang berdampak kepada aktifitas produksi. Desain alat yang saat ini digunakan belum optimal dan spesifik untuk pekerjaan fracturing, secara umum fracturing adalah teknik yang digunakan untuk mengekstrak hydrocarbon atau minyak bumi yang terperangkap pada formasi batuan dengan cara memberikan tekanan pada formasi batuan sehingga ada retakan kecil yang terbentuk dan menjadi jalan untuk minyak bumi mengalir keluar dari formasi batuan menuju ke permukaan bumi sebagai produksi minyak bumi. **Gambar 10.** SPARKLE Sebelum Program **Gambar 9.** SPARKLE Sesudah Program Sebelum adanya program hydraulic fracturing dilakukan dengan memompakan fluida perekah kedalam formasi dengan tekanan yang lebih besar dari tekanan rekah formasi. Disain alat yang saat ini digunakan belum optimal dan spesifik untuk pekerjaan fracturing dimana pemompaan proppant atau pasir dilakukan pada tekanan tinggi ke dalam formasi low quality dengan resiko screen-out yang cukup tinggi. Terdapat potensi alat terangkat dan release akibat tekanan tinggi saat terjadi fracturing screen-out. Sehingga dibutuhkan CTU clean out terlebih dahulu sebelum pencabutan alat dan rangkaian agar proses kerja berikutnya dapat dilakukan. Adanya proses CTU clean-out sebelum pencabutan rangkaian ini menyebabkan durasi pekerjaan fracturing per sumurnya menjadi lebih lama. Setelah adanya alat SPARKLE durasi pekerjaan fracturing ketika terjadi screen-out tidak mengalami penambahan waktu dikarenakan langkah kerja CTU clean-out yang sebelumnya dibutuhkan dapat dieliminasi.	
38	**PT Pertamina Hulu Rokan - Duri Steam Flood**	**Interkoneksi Booster Pump ke Village Line**
	Kondisi sebelum adanya program adalah suplai air baku menuju PDAM Tirta Terubuk untuk PDAM Tirta Terubuk dipompa menggunakan pompa village pump. Namun, permasalahan berulang terhadap kerusakan pada pompa pengiriman air baku ke PDAM Tirta Terubuk Kecamatan Mandau dan permasalahan kerusakan village pump ini tidak dapat dideteksi secara otomatis sehingga pada saat village pump bermasalah, pompa masih dalam kondisi aktif tetapi tidak ada air baku yang terdistribusi ke PDAM Tirta Terubuk untuk Masyarakat Kecamatan Mandau sehingga menyebabkan pemborosan listrik dan emisi Gambar 6. Penghargaan EPSA yang dihasilkan meningkat.	

Skema sebelum program:



Skema setelah program:

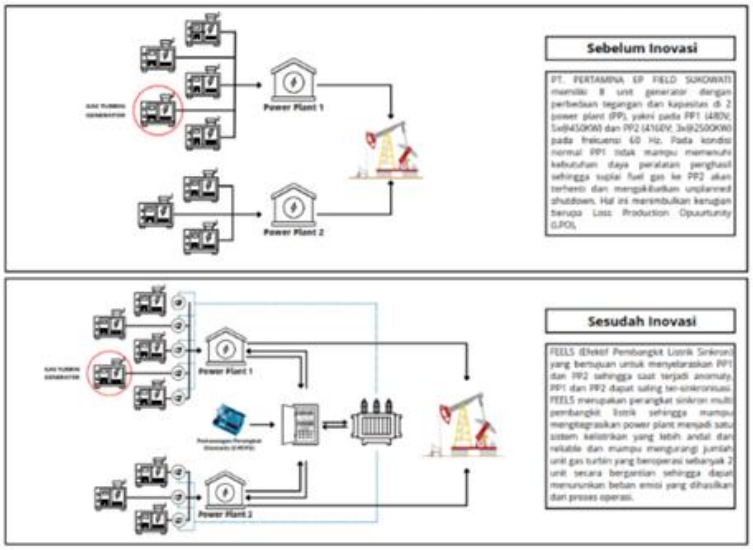


Gambar 7. Skema Perubahan Inovasi Interkoneksi *Booster Pump* ke *Village Line*

Setelah adanya program ini, dilakukan modifikasi pada jalur distribusi air menuju Duri Field yang diinterkoneksikan dengan ke jalur village line. Sehingga sistem pemompaan air yang digunakan untuk suplai air baku menuju PDAM Tirta Terubuk dilakukan melalui booster pump yang kemudian air tersebut di-jumper melalui jalur interkoneksi. Dengan adanya program Interkoneksi Booster Pump ke Village Line dapat mengurangi penggunaan energi listrik sehingga mengurangi emisi PT PHR WK Rokan Wilayah Operasi DSF. Adapun nilai tambah berupa perubahan rantai nilai yang didapat berupa: Produsen/Perusahaan (PT PHR WK Rokan Wilayah Operasi DSF) dapat mengurangi emisi GRK dan Konvensional sebesar 551,03 ton CO2eq, 3,35 ton SO2, dan 1,17 ton NO2 dan penghematan sebesar Rp 1.872.326.482,15 pada tahun 2023. Konsumen dalam hal ini adalah suplai air ke PDAM Tirta Terubuk sebesar 35 barrel water per day (BWPD) atau setara dengan 2.031,23 m3 air pada tahun 2023.

39	**PT Pertamina EP Asset 4 Sukowati Field**	**FEELS (Efektif Pembangkit Listrik Sinkron)**

Program FEELS berdampak pada perubahan komponen dengan perbaikan proses melalui pembuatan perangkat sinkron multi pembangkit Listrik untuk penyelaras supplai daya. Kondisi sebelum adanya program: PT. PERTAMINA EP FIELD SUKOWATI memiliki 8 unit generator dengan perbedaan tegangan dan kapasitas di 2 power plant (PP), yakni pada PP1 (480V; 5x@450KW) dan PP2 (4160V; 3x@2500KW) pada frekuensi 60 Hz. Pada kondisi normal PP1 tidak mampu memenuhi kebutuhan daya peralatan penghasil sehingga suplai fuel gas ke PP2 akan terhenti dan mengakibatkan unplanned shutdown. Hal ini menimbulkan kerugian berupa Loss Production Opuurtunity (LPO), selain itu adanya Facilities Sharing Agreement (FSA) dengan PT PHE TEJ yang mengakibatkan terhentinya suplai daya ke PT PHE TEJ sehingga mengganggu proses operasionalnya.

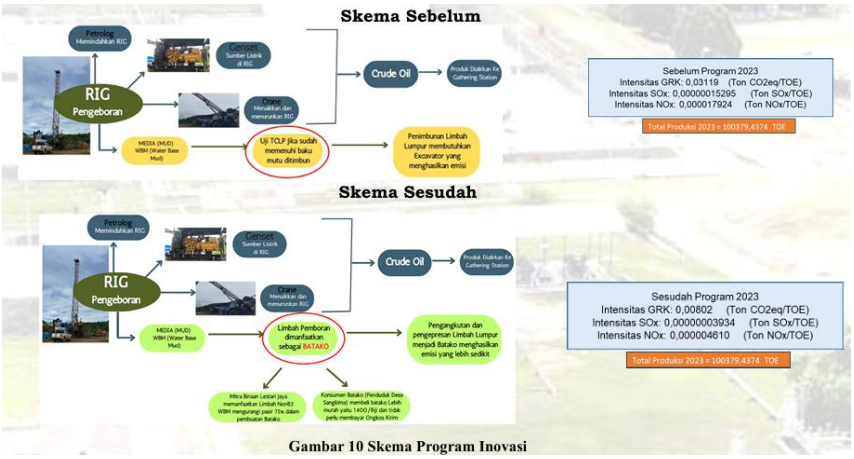


Gambar 8 Skema Sebelum dan sesudah adanya program inovasi
(Sumber: Laporan Pelaksanaan Program Inovasi Aspek Penurunan Pencemaran Udara)

Kondisi setelah adanya program: Adanya penyelarasan PP1 dan PP2 sehingga saat terjadi anomaly, PP1 dan PP2 dapat saling ter-sinkronisasi. FEELS perangkat sinkron multi pembangkit listrik mampu mengitegrasikan power plant menjadi satu sistem kelistrikan yang lebih andal dan reliable dan mampu mengurangi jumlah unit gas turbin yang beroperasi sebanyak 2 unit secara bergantian sehingga dapat menurunkan beban emisi yang dihasilkan dari proses operasi. Pada implementasi program FEELS dilakukan Process Improvement yang dilakukan melalui program inovasi ini adalah pembuatan perangkat sinkron multi pembangkit Listrik untuk penyelaras supplai daya.

40	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Sangatta**	**Eliminasi Petrolog dengan Re-Design Waste Management System Menggunakan Pemanfaatan WBM menjadi Batako**

Program ini merupakan program mengolah limbah lumpur pemboran dari kegiatan drilling yang dimanfaatkan sebagai batako sehingga mampu mereduksi pencemaran udara konvesional dan gas rumah kaca (GRK). Sebelum program, limbah Water Based Mud (WBM) dilakukan penimbunan sehingga mengeluarkan emisi 826,20 Ton CO2eq. Sesudah program, limbah WBM dimanfaatkan sebagai batako sehingga mengeluarkan emisi 823,07 Ton CO2eq. Inovasi ini memenuhi unsur kebaharuan yang pertama kali pada Sektor 2 Migas EP belum terdaftar pada buku Best Practice dan Inovasi PROPER KLHK tahun 2020-2023. Program ini termasuk kategori perubahan Sub-Sistem dengan klasifikasi Value Chain Optimization dan memiliki nilai tambah Rantai Nilai. Dari sisi Perusahaan, program ini berhasil menurunkan emisi udara (absolut) sebesar 4,04 Ton CO2eq dengan penghematan biaya sebesar Rp 29.959.645,31 dengan anggaran biaya yaitu Rp 3.270.000,00 pada tahun 2023.

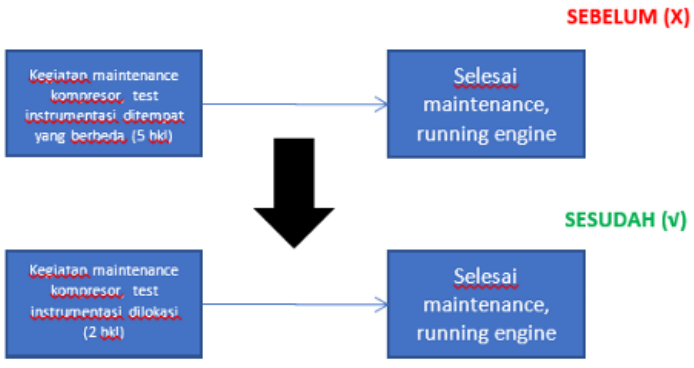


Gambar 10 Skema Program Inovasi

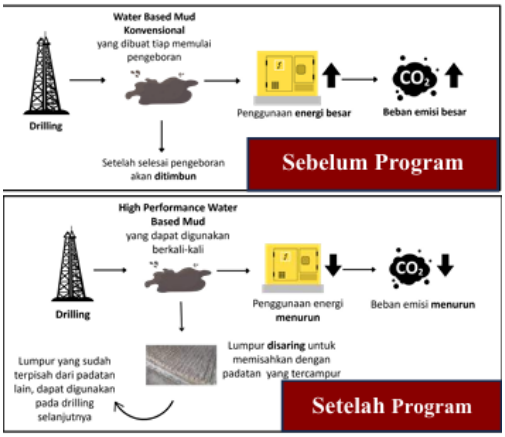
Pada kajian Life Cycle Assessment, program ini masuk ke ruang lingkup Production dengan kategori Energy Minimized dikarenakan adanya pemanfaatan limbah lumpur pemboran (WBM) menjadi Batako pada kegiatan drilling oleh PT Pertamina EP Sangatta Field. Dihadapkan pada Circular Business Model inovasi ini tergolong pada skema wasted embedded value dengan kategori energy recovery, dimana terjadi penurunan emisi dari kegiatan pengolahan limbah hasil drilling.

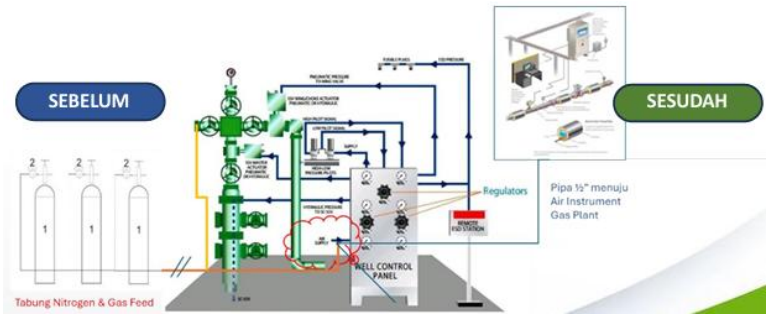
41	**PT. Pertamina EP Asset 3 - Field Jatibarang**	**Optimasi dan Peningkatan Kualitas Kegiatan Preventive Maintenance Instrumentasi Engine Compresor Ajax dengan Pembuatan Alat Ignition System dan Lubricating Test Portable**

PEP Jatibarang Field merupakan perusahan yang eksplorasi produksi. Salah satu kegiatan eksplorasi dan produksi diantaranya adalah peningkatan dan pemeliharaan engine produksi. Produksi yang dihasilkan akan di distribuskikan ke masing masing peruntukan. salah satunya untuk kegiatan gas lift (injeksi gas kembali ke formasi untuk mendorong produksi minyak bumi). Kegiatan gas lift ini memerlukan engine kompresor untuk operasinya.



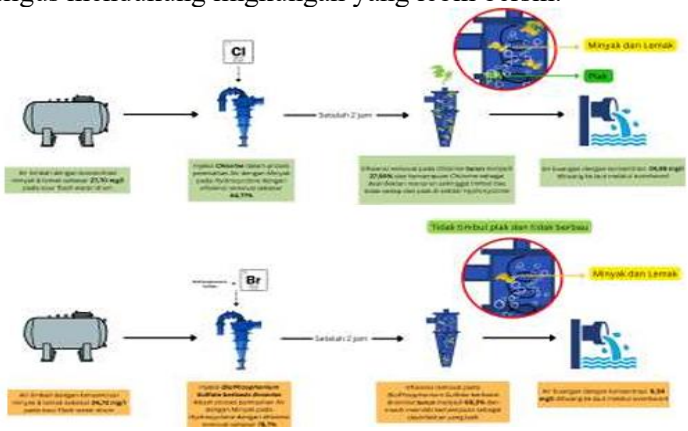
Program “Optimasi dan Peningkatan Kualitas Kegiatan Preventive Maintenance Instrumentasi Engine Compresor Ajax dengan Pembuatan Alat Ignition System dan Lubricating Test Portable” dilakukan pada unit produksi (kompresor gas) yang telah masuk kedalam kajian LCA periode 2024. Pelaksanaan program ini, berdampak pada Waste Lifecycles(Lifecycle services to repair), dimana terdapat penurunan emisi udara yang dihasilkan dari gas yang tidak termanfaatkan (menjadi flare) menjadi gas lift dikarenakan engine kompresor dapat Kembali beroperasi. Penurunan emisi dari program Optimasi dan Peningkatan

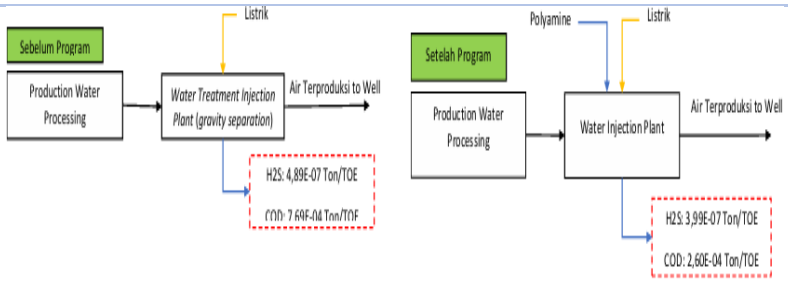
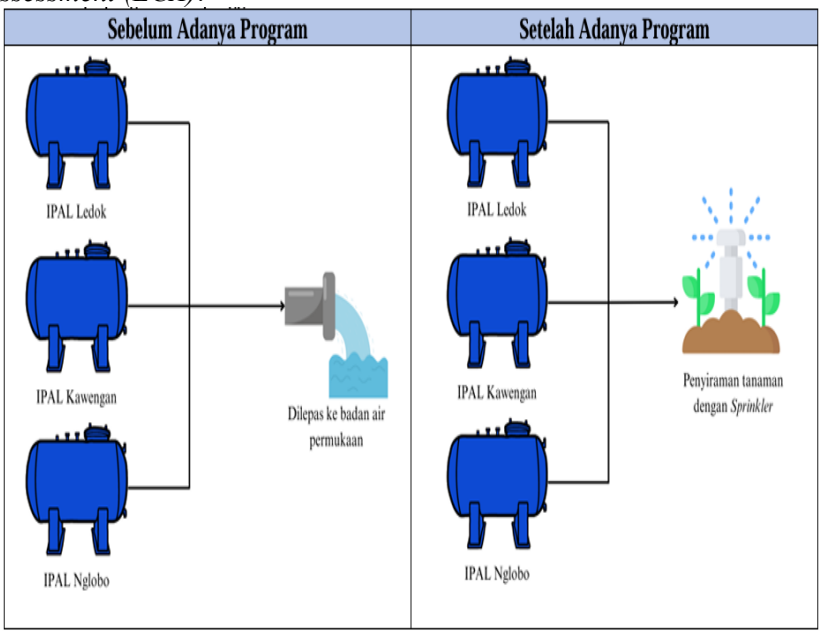
	Kualitas Kegiatan Preventive Maintenance Instrumentasi Engine Compresor Ajax dengan Pembuatan Alat Ignition System dan Lubricating Test Portable sebesar 9423.52 ton CO2eq yang setara dengan penghematan dana sebesar Rp 11,861,721,000,- Adapun nilai tambah yang didapat berupa perubahan layanan produk yang memberikan keuntungan untuk produsen Mempercepat penyelesaian pekerjaan PM 5000 yang sebelumnya 5 hkl menjadi 2 hkl sehingga durasi flaring juga berkurang, bagi konsumen Konsumen minyak dan gas Pertamina EP Jatibarang Field dapat minyak dan gas sesuai dengan kontrak secara kuantitas dan kualitas.	
42	**PT Pertamina EP Sangatta Field - Lapangan Semberah**	**Partially Hydrolyzed Polyacrylamide (PHPA) sebagai Encapsulator untuk Menaikan Kualitas WBM dalam Efektivitas Drilling Borderless**
	Program Partially Hydrolyzed Polyacrylamide (PHPA) sebagai Encapsulator untuk Menaikan Kualitas WBM dalam Efektivitas Drilling Borderless merupakan suatu inovasi yang dibuat oleh PT Pertamina EP Sangatta Field - Lapangan Semberah yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pemboran, sehingga dapat mengurangi penggunaan energi dan mengurangi beban emisi di Sumur Borderless. Sebelum program dilaksanakan, pada proses drilling menggunakan sistem Water Based Mud konvensional dimana lumpur yang digunakan dalam proses drilling akan dibuang dan akan dibuat kembali pada drilling berikutnya. Penggunaan bahan bakar tersebut memberikan dampak berupa emisi gas buang dari penggunaan BBM sebesar 190.569 Liter.  **Gambar 9** Skema Program Inovasi ini termasuk pada perubahan Sub-sistem dengan kualifikasi Value Chain Optimization yang memberikan nilai tambah (value creation) berupa Rantai Nilai yang memberikan dampak pada produsen, konsumen, supplier dan pembuangan akhir. Program inovasi ini juga terintegrasi dengan kajian LCA yang berada pada unit proses Drilling yang berada pada siklus Production dengan klasifikasi Energy Minimized. Program ini berhasil mengefisiensikan penurunan emisi (absolut) sebesar 32,737 Ton CO2eq, 0,015 Ton NOx, 0,00012 Ton SOx, dan 0,146 Ton VOC dengan penghematan biaya sebesar Rp 326.647,76 dan anggaran biaya sebesar Rp 2.797.029.200,00 pada tahun 2023.	
43	**JOB Pertamina - Medco E&P Simenggaris**	**Pemasangan Unit Air-Instrument pengganti Gas-Instrument di WHCP Sumur SSB#4 dan SSB#7**
	Well Head Control Panel (WHCP) fungsinya adalah untuk mengontrol actuator valve yang ada di area well-head (kepala sumur). Actuator valve yang di kontrol antara lain SDV (Shutdown Valve) dan SSV (Safety Shutdown Valve). Permasalahan awal WHCP di sumur SSB#4 dan SSB#7 sebelumnya menggunakan sumber dari gas-instrument untuk mengoperasikan SDV dan SSV sehingga berpotensi untuk menghasilkan potensi venting gas dari kedua instrument tersebut ketika dilakukan PM (Preventive Maintenance) secara rutin.	

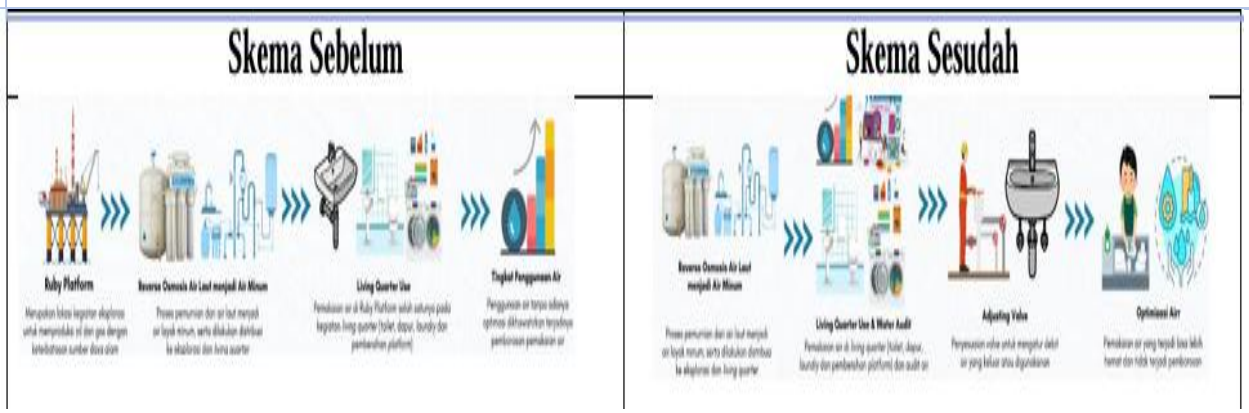


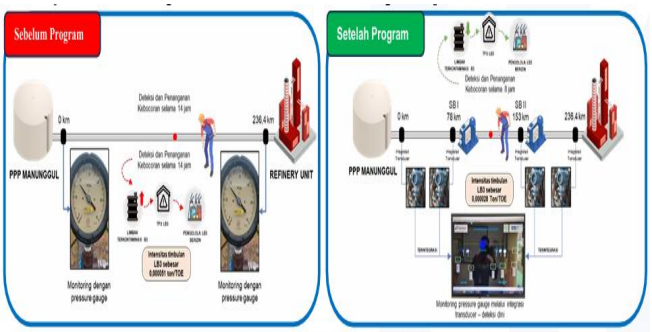
SSB#4 dan SSB#7, digerakkan menggunakan gas-instrument yang yang berasal dari gas alam (produk) yang mengandung 98% gas metana (CH4), sehingga ketika dilakukan PM, maka gas metan akan dikeluarkan sebesar 200 scf/tahun, sehingga berpotensi untuk mnghasilkan emisi GRK sebesar xx ton CO2/tahun. Sedangkan, kondisi setelah adanya program inovasi ini, operasi SDV dan SDV digerakkan dengan air-instrument yang berasal dari udara bebas, sehingga bisa dikatakan sebagai kegiatan zero venting.

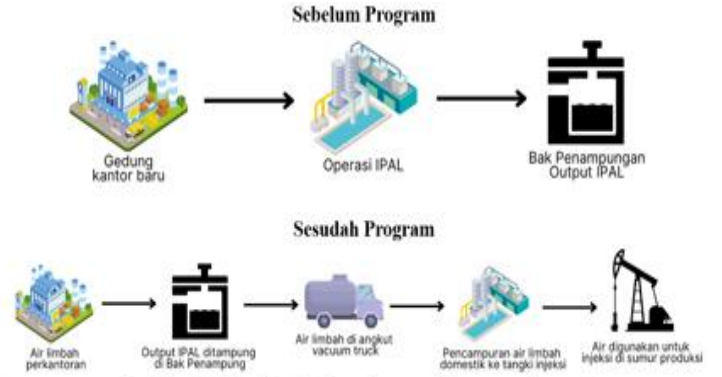
C. Efisiensi Air dan Penurunan Beban Pencemaran Air

No	Nama Perusahaan	Judul Inovasi
1	**PT. Pertamina Hulu Energi - NSO**	**Peningkatan Laju Reaksi Katalis Pada Kinerja Hydrocyclone dengan Injeksi BioPhosphonium Sulfate Berbasis Bromine sebagai Catalyst Replacement**
	Program Optimalisasi Kinerja Oil and Water Separator dengan Injeksi Bromine bertujuan menurunkan beban pencemar minyak & lemak pada air limbah di Production Separator, menggantikan injeksi Chlorine yang kurang stabil (efisiensi turun dari 44,77% menjadi 27,56% karena cepat kehilangan konsentrasi dan dipengaruhi pH). Dengan Bromine, efisiensi removal meningkat hingga 78,7% (konsentrasi turun dari 15,3 mg/l menjadi 5,67 mg/l) dan tetap stabil 5–7 hari sekali dengan efisiensi minimum 68,3%. Program ini mengurangi beban pencemar hingga 2,72 ton, menurunkan konsentrasi minyak & lemak lebih signifikan, serta menghasilkan penghematan Rp 6,57 juta dari anggaran Rp 50 juta. Inovasi ini pertama di sektor Migas EP, termasuk kategori Process Improvement dengan nilai tambah Perubahan Perilaku, terintegrasi dengan kajian LCA yang menurunkan Water Scarcity Footprint 2.770.574 m³ pada 2024, masuk skema Circular Business Model – Wasted Resources, dan pada 2023 berhasil mengurangi 1,08 ton minyak & lemak sekaligus mendukung lingkungan yang lebih bersih.  *Gambar 5 Skema Program Sebelum dan Sesudah Peningkatan Laju Reaksi Katalis Pada Kinerja Hydrocyclone dengan Injeksi BioPhosphonium Sulfate Berbasis Bromine sebagai Catalyst Replacement*	
2	**PT Pertamina EP Asset 1 - Field Jambi**	**Penggunaan Polyamine Sebagai Separating Agent dalam Pengolahan Air Terproduksi**
	Sebelum adanya program, pengolahan air terproduksi di Water Treatment Injection Plant (WTIP) hanya menggunakan metode gravity separation yang kurang efektif dalam menurunkan kadar H_2S dan COD. Hasilnya, kadar H_2S mencapai 0,169 mg/L dan COD 265,85 mg/L, yang berpotensi mencemari lingkungan serta mempercepat korosi pada peralatan sehingga meningkatkan biaya pemeliharaan. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan akan metode pengolahan yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Melalui penerapan **polyamine sebagai separating agent**, terjadi penurunan H_2S sebesar 18,34% (menjadi 0,1380 mg/L) dan COD sebesar 66,17% (menjadi 89,95 mg/L). Dampak positif yang dihasilkan mencakup penurunan risiko pencemaran, perpanjangan umur peralatan, efisiensi energi, serta penghematan biaya hingga Rp11,67 miliar dengan investasi Rp459,8 juta. Inovasi ini merupakan yang pertama di sektor migas hulu Indonesia, masuk klasifikasi **process improvement**, dan mendukung prinsip *Circular Business Model* pada skema *Wasted Embedded Value*. Program ini juga terbukti	

	menurunkan beban pencemar 0,022 ton H_2S dan 123,759 ton COD, sekaligus menekan dampak lingkungan dengan pengurangan **Eutrophication Potential** sebesar 2,67E-10 kg PO_4 ek/MJ.	
	 Gambar 14 Skema Sebelum dan Sesudah Inovasi Konservasi Air	
3	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Cepu**	**SERRATED (Sprinkler dari Material Bekas untuk Kehidupan)**
	Program **SERRATED** di PT Pertamina EP Asset 4 – Field Cepu merupakan inovasi penghematan air dan energi dengan mengganti penyiraman tanaman menggunakan *vacuum truck* menjadi sprinkler otomatis berbahan material bekas (paralon dan tubing) serta memanfaatkan air olahan limbah domestik sebagai pengganti air bersih. Inovasi ini berhasil mengurangi konsumsi air bersih sebesar 376 m^3, setara penghematan Rp7,25 juta, sekaligus menekan emisi GRK dan konsumsi bahan bakar. Selain berdampak pada efisiensi operasional dan keberlanjutan melalui pemanfaatan material bekas, program yang dilaksanakan di SPU Kawengan, SPU Ledok, dan SPU Nglobo ini juga meningkatkan kualitas badan air permukaan di area sekitar serta mendukung komitmen perusahaan dalam operasional ramah lingkungan sesuai kajian *Life Cycle Assessment (LCA)*. 	

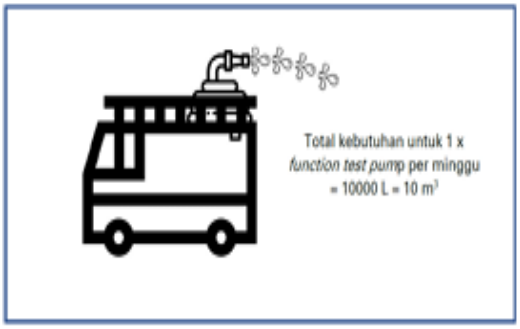
4	**PEARLOIL (Sebuku) Ltd.**	**PROGRAM SAVE (SUSTAINABLE ADJUSTING VALVE FOR EFFICIENT WATER USE IN LIVING QUARTER)**
	Berdasarkan hasil Audit Air 2024, ditemukan peluang penghematan air di area Living Quarter PearlOil (Sebuku) Ltd, khususnya pada washtafel yang debit airnya belum terkendali. Untuk mengatasi hal ini, perusahaan mengembangkan inovasi **SAVE (Sustainable Adjusting Valve for Efficient Water Use in Living Quarter)** berupa penambahan *adjustable valve* pada washtafel. Modifikasi ini memungkinkan air digunakan sesuai kebutuhan dan berhasil menurunkan konsumsi air sebesar **331,8 m³/tahun di 2023**, yang setara dengan penghematan biaya Rp7.306.900. Program ini tergolong perubahan subsistem dengan dampak pada *waste lifecycle services to maintain* dan *value chain optimisation*. Selain efisiensi internal, program SAVE memberikan manfaat bagi berbagai pihak. Bagi produsen, terjadi penghematan air dan biaya operasional; bagi konsumen, yaitu masyarakat dan lingkungan, program ini membantu mengurangi penggunaan sumber daya air sebesar 331,8 m³/tahun; sementara bagi supplier, terdapat nilai tambah dari pembelian valve dan aksesoris senilai Rp28.000.000 serta keuntungan Rp200.000.000 bagi auditor air yang memberikan rekomendasi program ini. Dengan demikian, SAVE tidak hanya mendukung efisiensi sumber daya, tetapi juga memperkuat rantai nilai yang berkelanjutan.	
		

5	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Tanjung**	**Optimalisasi Proses Water Batching melalui Penambahan Butoxyethanol pada Crude Oil Pipe Line Transfer**
	Sebelum adanya program, transportasi minyak di PEP Tanjung Field menghadapi kendala tekanan tinggi pada pipa akibat viskositas heavy crude oil yang memicu pembentukan wax. Tekanan operasi yang idealnya 42–43 ksc bisa meningkat hingga 46–47 ksc, sehingga diperlukan proses water batching selama ±12 jam untuk menurunkan tekanan. Hal ini berdampak pada tingginya konsumsi air, yaitu 689.406,64 m³ pada tahun 2022. Program optimalisasi dilakukan dengan menambahkan **Butoxyethanol** pada campuran suspensi minyak. Zat ini mampu menurunkan viskositas dan mengurangi potensi pembentukan wax, sehingga tekanan awal lebih rendah (39–40 ksc) dan durasi water batching berkurang menjadi rata-rata ±8 jam. Dampaknya, konsumsi air berkurang 9.975,25 m³ dengan penghematan biaya Rp212,7 juta. Bagi konsumen, Refinery Unit V Balikpapan, perbaikan ini mengurangi biaya treatment pemisahan air-minyak (W/O) sebesar Rp29,9 juta, sementara bagi supplier memberikan tambahan pendapatan Rp11,1 juta per bulan dari penyediaan Butoxyethanol.  Gambar 13. Skema Sebelum dan Sesudah Program 3R Limbah B3 Dari sisi lingkungan, program ini menurunkan **Water Scarcity Footprint (WSF)** sebesar 74.030,99 m³ serta mengurangi frekuensi pemompaan, sehingga mendukung kategori *Energy Minimized* dalam kajian LCA. Dalam pendekatan Circular Business Model, inovasi ini masuk kategori *Wasted Resources* karena berhasil mengurangi penggunaan air sekaligus menekan timbulan limbah air hasil water batching sebesar 9.975,25 m³. Dengan demikian, program ini tidak hanya meningkatkan efisiensi teknis dan ekonomi, tetapi juga memberikan manfaat signifikan pada aspek lingkungan.	
6	**PT Pertamina EP Asset 5 - Field Tarakan**	**Waste Water Balance For Oil Wells: Program Penentuan Rasio Air Injeksi Di Sumur Minyak**
	Permasalahan Awal Debit air limbah domestik PT Pertamina EP Tarakan Field tergolong besar yakni 362 m3 pada bulan Januari – Juni 2024, sehingga dibutuhkan suatu upaya pemanfaatan air output IPAL agar tidak langsung dibuang ke badan air. Di sisi lain produksi minyak PT Pertamina EP Tarakan Field mengalami penurunan secara alami karena seiring berjalannya waktu tekanan dalam reservoir minyak menurun sehingga mengurangi kemampuan reservoir untuk mendorong minyak ke permukan, sehingga menurunkan laju produksi. PT Pertamina EP Tarakan Field memiliki upaya untuk meningkatkan produksi dengan melakukan kegiatan recovery minyak sumur – sumur tidak aktif (sumur suspend) yang berjumlah lebih dari 1000 sumur suspend dengan cara menginjeksikan air output IPAL domestik yang telah ditampung water injection plant lalu ditentukan rasionya yang selanjutnya diinjeksikan ke sumur supend untuk meningkatkan produksi.	

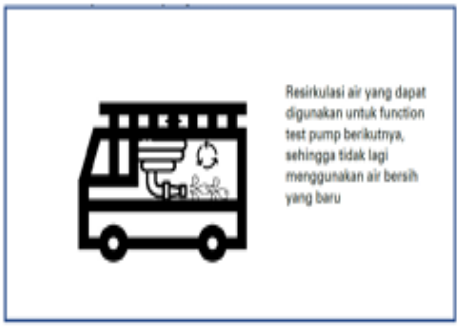
	PT Pertamina EP Tarakan Field meningkatkan produksi dengan memanfaatkan air limbah domestik sebagai injeksi sumur minyak. Perusahaan dapat melakukan perbaikan kondisi lingkungan dengan menggunakan sistem injeksi dimana perusahaan telah memiliki izin pemanfaatan air limbah domestik. Adanya izin pemanfaatan air limbah domestik membuktikan bahwa air limbah telah diolah dengan baik dan aman untuk lingkungan sekitar serta sesuai dengan peraturan yang berlaku. Oleh karena itu, PT Pertamina EP Tarakan Field melakukan program inovasi Waste Water Balance For Oil Wells : Program Penentuan Rasio Air Injeksi Di Sumur Minyak dengan tujuan untuk memanfaatkan air limbah domestik dan mengurangi beban limbah ke badan air serta meningkatkan produksi seiring berjalannya program. Kondisi sebelum adanya program yakni banyaknya sumur suspend yang masih berpotensi menghasilkan minyak dibutuhkan suatu metode untuk mengoptimalkan produksi di sumur suspend.  **Gambar 15.** Kondisi sebelum dan sesudah program inovasi Dampak lingkungan dari pelaksanaan program Waste Water Balance For Oil Wells pada tahun 2024 berupa penurunan beban pencemar air limbah sebesar 0,0005792 Ton BOD, 0,001738 Ton COD, 0,003620 Ton TSS, 0,001665 Ton Minyak dan Lemak, 0,00373 Ton Ammonia yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 325.800.000. Program inovasi Waste Water Balance For Oil Wells berdampak pada perubahan komponen dimana terjadi perubahan alur proses karena adanya tambahan metode untuk proses produksi, sehingga memberikan perbaikan process improvement. Nilai tambah inovasi ini adalah perubahan rantai nilai dimana keuntungan yang terjadi pada Produsen yaitu penurunan beban pencemar air limbah, Konsumen mitra RU V Balikpapan yakni meningkatnya jumlah produksi. Keterkaitan program inovasi ini dengan LCA dilaksanakan di unit produksi yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2022 dan 2023.	
7	**BP Berau, Ltd.**	**Efisiensi Penggunaan Air Pada Kegiatan Function Test Pump Fire Truck Dan Fire Truck Wet Drill Dengan Menggunakan Sistem Sirkulasi Dan Checklist**

Permasalahan Awal sebuah Fire truck terdapat rangkaian beberapa unit sistem. LNG Tangguh mempunyai fasilitas fire truck sebagai bagian dari fasilitas emergency. Secara garis besar unit sistem dalam mobil pemadam kebakaran terdiri dari Engine dan chassis, Pompa dan Power Take Off, kedua hal tersebut disatukan melalui sistem mekanik, elektrik, konstruksi bodi dan sistem perpipaan hingga menjadi satu unit utuh yang nantinya dapat berfungsi sebagai alat pemadam kebakaran. Aktivitas ini dilakukan satu minggu sekali dan menggunakan air bersih sebagai medianya. Rata-rata penggunaan air bersih untuk aktivitas function test adalah 10000 liter/per minggu. Air yang digunakan untuk kegiatan function test pompa fire truck adalah air bersih yang dimasukkan dalam tank fire truk kemudian air disemprotkan keluar dari nozzle yang tekanannya dapat diatur. Dari aktivitas ini terdapat indikasi pemborosan air bersih, maka diinisiasi program inovasi oleh Emergency & Response Team untuk memodifikasi dan penambahan alat pada fire hose nozzle fire truk, sehingga air yang digunakan function test dapat diresirkulasi kembali.

Sebelum adanya inovasi program :



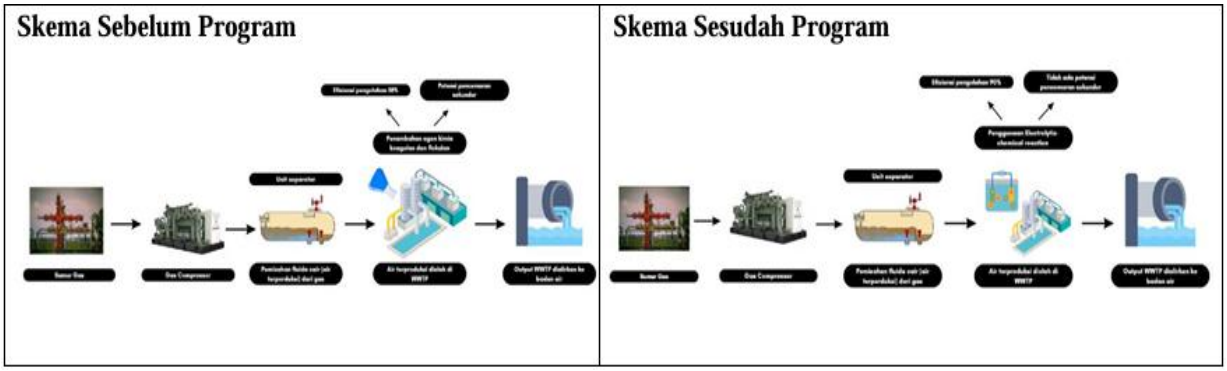
Setelah adanya inovasi program :



Selain itu, program inovasi masuk ke dalam scope kajian LCA yaitu unit proses water treatment plant (desalination plant). Program inovasi ini merupakan penambahan komponen karena menambahkan komponen sirkulasi dan checklit. Sebelum adanya program, Untuk memelihara performa dari fire truk tersebut dilakukan function test pompa. Aktivitas ini dilakukan satu minggu sekali dan menggunakan air bersih sebagai medianya. Rata-rata penggunaan air bersih untuk aktivitas function test adalah 10000 liter/per minggu. Air yang digunakan untuk kegiatan function test pompa fire truck adalah air bersih yang dimasukkan dalam tank fire truk kemudian air disemprotkan keluar dari nozzle yang tekanannya dapat diatur. Dari aktivitas ini terdapat indikasi pemborosan air bersih. Setelah adanya program, BP Berau Ltd.

Fire hose nozzle tersebut dimodifikasi untuk dapat mengatur resirkulasi air dalam tangki apabila dilakukan function test, sehingga terdapat penghematan air bersih. Penghematan air bersih didapat dari resirkulasi air bersih dalam tangki, sehingga tidak memerlukan air bersih yang baru untuk aktivitas function test per minggu. Inovasi program ini juga berkontribusi terhadap capaian Sustainable Development Goals (SDGs) sesuai dengan tujuan SDGs 6. Menjamin Ketersediaan serta Pengelolaan Air Bersih dan Sanitasi yang Berkelanjutan untuk Semua dan indikator 6.4.2.(b) Proporsi pengambilan air baku bersumber dan air tanah terhadap ketersediaannya untuk mencapai sasaran nasional RPJMN 2020-2024. Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa efisiensi air pada tahun 2023 sebesar 480 m3 yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 11,520,000.

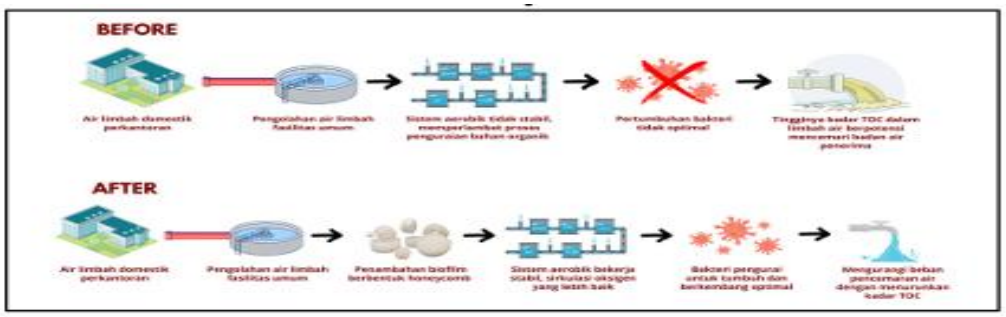
8	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Papua**	**Meningkatkan Kualitas serta Volume Air Bersih dengan Pembuatan WATER ENHANCEMENT PLANT "WAMENA"**
	Hasil social mapping Pertamina EP- Papua Field tahun 2022, diketahui terdapat beberapa permasalahan yang terjadi pada masyarakat ring 1 lapangan produksi, salah satunya adalah tidak terdapat fasilitas pengolahan air baku menjadi air bersih bagi masyarakat sebanyak 216 Jiwa atau 54 KK. Karena tidak adanya fasilitas pengolahan membuat masyarakat memanfaatkan air baku dari sungai untuk menjadi air minum dan kegiatan sanitasi lainnya.	
	 Sebelum Program **Setelah Program** Berdasarkan permasalahan tersebut Pertamina Ep Papua Field menginisiasi program inovasi Meningkatkan Kualitas serta Volume Air Bersih dengan Pembuatan WATER ENHANCEMENT Sebelum Program Setelah Program PLANT "WAMENA" yang berdampak pada perubahan sistem sustainable city dengan nilai tambah value chain optimisation dan product sharing, dimana Pertamina EP-Papua Field bekerjasama dengan pemerintah, vendor kontraktor, dan masyarakat untuk membangun fasilitas pengolahan air pertama bagi masyarakat Ring 1 Lapangan produksi Pertamina EP-Papua Field dengan metode Water Enhancement. Setelah adanya program, Masyarakat Ring 1 lapangan produksi Pertamina Ep-Papua Field memiliki fasilitas pengolahan air pertama, sehingga tidak harus memanfaatkan air sungai untuk kegiatan sanitasi. Program ini juga berada dalam lingkup value chain optimisation dan product sharing dimana Pertamina EP-Papua Field sebagai produsen mampu merealisasikan kebijakan dalam menyalurkan air bersih sebesar 1.361m3/day, masyarakat Ring 1 lapangan produksi sebagai konsumen mendapatkan keuntungan efisiensi biaya pembelian air bersih sebesar Rp 859.200.000, kemudian PT Ramai Jaya Abadi sebagai vendor penjual filter, pompa, dan alat mixing sebesar Rp 135.689.397. Selain membangun fasilitas pengolahan air pertama, pertamina EP Papua Field juga memberikan pelatihan terkait pengelolaan dan perawatan fasilitas pengolahan air WAMENA.	

9	**EMP Bentu Limited**	**Pollutant Removal Pada Air Terproduksi Melalui Second Stage Treatment Dengan Electrolytic Chemical Reaction**
	Dengan penggunaan electrolytic-chemical ini dapat mengeliminasi input bahan kimia yang dapat berpotensi menyebabkan pencemaran sekunder, sehingga meningkatkan efisiensi pengolahan pada salah satu stage. Konsep koagulasi, flokulasi, dan pemisahan dalam satu unit elektrokoagulasi dapat menyederhanakan sistem pengolahan sehingga waktu yang diperlukan dapat lebih efisien dan lebih efektif untuk produksi skala besar, memberikan ruang kapasitas pengolahan dalam kondisi stabil secara kontinu. Inovasi ini memenuhi unsur kebaruan menurut buku Best Practice tahun 2021-2023 yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Program ini belum pernah dilaksanakan oleh perusahaan lain dalam sektor yang sama dan termasuk dalam inovasi Perubahan Komponen dengan nilai tambah Layanan Produk dan klasifikasi Material Efficient Manufacturing yang memberikan dampak positif bagi perusahaan dan masyarakat.  Berdasarkan kajian LCA, program ini terletak di unit WWTP dan menurunkan dampak Eutrophication Potential sebesar 6,51E+00 kg PO4 ek. Program ini terletak di siklus Production dengan klasifikasi Reagent Hazard Reduced. Selain itu program ini mendukung Circular Business Model dengan klasifikasi Wasted Capacity Program ini berhasil menurunkan beban pencemar air sebesar 0,01342049 Ton TDS, 0,00203170 Ton COD, dan 0,00006236 Ton Amonia dengan penghematan biaya sebesar Rp125.520.000 dari anggaran Rp282.000.000,00	
10	**PT. Pertamina Hulu Energi - Offshore North West Java (PHE ONWJ)**	**Pengaplikasian Sensor Akumulator Liquid (Sanmol) pada Depurator untuk Mengurangi Beban Produce Water**
	Sebelum adanya program, level transmitter langsung terhubung ke body depurator. Di dalam depurator, produced water diaduk oleh agitator sehingga kondisi liquid di dalam depurator turbulen. Selain itu, penyumbatan oleh minyak yang terakumulasi menempel pada transmitter sering menyebabkan kesalahan pembacaan level liquid. Hal ini menyebabkan pembacaan level transmitter tidak gradual yang mengakibatkan pengontrolan level liquid pada depurator menjadi kurang stabil sehingga berpengaruh kepada kualitas air hasil pemrosesan depurator. Setelah adanya program penerapan SanMol, kualitas air produksi hasil pemrosesan depurator menjadi lebih baik. Selain itu frekuensi terjadinya penyumbatan pada level transmitter juga berkurang sehingga potensi terjadi kesalahan pembacaan level liquid dapat berkurang. Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah penurunan debit buangan air terproduksi sehingga mengurangi beban minyak dan lemak air terproduksi pada pada tahun 2024 sebesar 20,95 ton minyak dan lemak yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 242.415.930,-. Nilai tambah dari program inovasi SanMol berupa perubahan rantai nilai yang memberikan keuntungan pada perusahaan/produsen, konsumen, dan supplier, sebagai berikut:	

Gambar 18. Sebelum dan Sesudah Implementasi

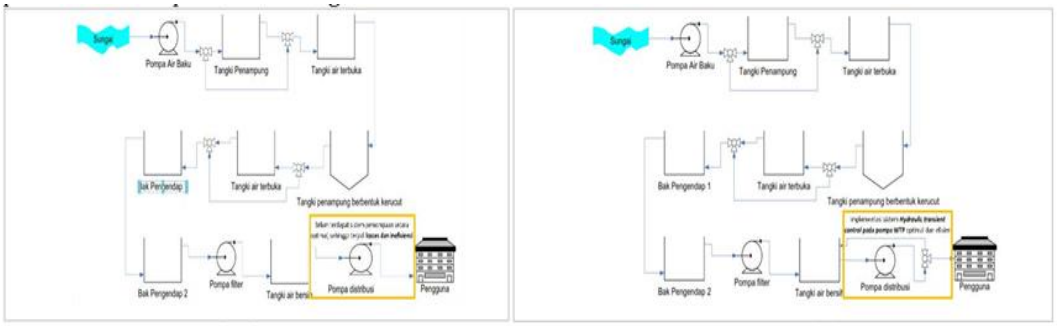
11	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Donggi Matindok**	**HONEYBALL (Honeycomb Biofilm Ball sebagai Organic Nutrient Removal pada Air Limbah Fasilitas Pendukung**

Air limbah domestik yang dihasilkan pada Fasilitas Umum memiliki kadar Total Organic Carbon (TOC) yang perlu disisihkan sebelum dialirkan ke badan air. Namun, pengolahan air limbah domestik pada awalnya tidak mampu menyisihkan TOC karena pertumbuhan bakteri pengurai aerobik yang tidak signifikan sehingga penyisihan TOC tidak optimal. Program HONEYBALL merupakan program untuk menurunkan kandungan TOC pada air limbah domestik di fasilitas umum pendukung yang tidak berkaitan dengan proses. Penurunan kandungan TOC ini menggunakan biofilm berbentuk honeycomb yang diletakkan pada rangkaian fasilitas water treatment system. Biofilm dengan bentuk honeycomb memudahkan pembentukan biofilm sebagai media tumbuh bakteri yang akan menghilangkan kandungan nutrien organik pada air yang diolah. Proses ini dilakukan dalam kondisi aerobik di dalam media berbentuk honeycomb yang dapat bergerak di dalam air seperti bola sehingga memudahkan kontak antara bakteri dengan air karena memiliki permukaan yang lebih luas dibanding bentuk-bentuk media tumbuh bakteri lainnya.

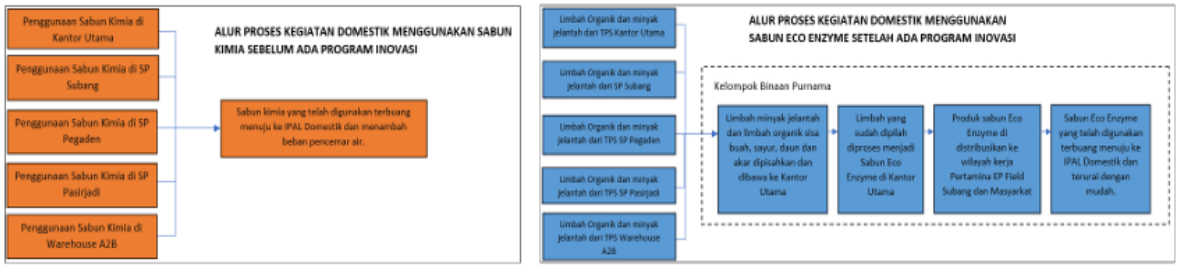


Gambar 16. Skema *Before After* Inovasi

Nilai tambah program ini berupa perubahan perilaku karena memberikan manfaat ekonomi bagi PT Tracon Industri selaku supplier yang menyuplai dan menginstalasi biofilm berbentuk honeycomb. Selain itu, manfaat bagi perusahaan yaitu mampu mengurangi kadar TOC pada air limbah domestik dengan nilai absolut program pada tahun 2023 sebesar 0,00196 Ton TOC dan penghematan biaya sebesar Rp 3.431.524,80. Selain itu, berdasarkan hasil laporan kajian Life Cycle Assessment (LCA) tahun 2023, lokasi inovasi ini berada di fasilitas umum yang termasuk dalam ruang lingkup kajian pada proses gate. Inovasi ini memiliki manfaat bagi lingkungan dimana kualitas badan air di sekitar fasilitas operasi dapat meningkat dengan adanya penurunan TOC yang berimplikasi pada keseimbangan ekosistem dan pelestarian keanekaragaman hayati di kawasan tersebut.

12	**PT Pertamina EP Asset 1 - Field Rantau**	**Program Hydraulic Transient Control pada WTP Pump merupakan optimalisasi sistem engine pompa transfer WTP.**
	Program ini memodifikasi sistem pompaan dari WTP ke wilayah distribusi, termasuk wilayah operasi Field Rantau. Program ini memiliki unsur kebaruan dan belum pernah dilakukan oleh perusahaan lain berdasarkan Best Practice 2020-2023.Pelaksanaan program: Sebelum adanya program, pemompaan air bersih WTP ke wilayah distribusi meningkat, namun jadwal pemompaan tidak efisien, menyebabkan kerusakan pompa yang lebih sering. Setelah program, efisiensi penggunaan air dan performa pompa meningkat, mengurangi air terbuang dan kerusakan pada pompa dan motor listrik (elmot). Program ini berada di unit WTP yang masuk ruang lingkup kajian LCA 2023, dengan ruang lingkup Production.	
	 **Sebelum** **Setelah** Optimalisasi sistem engine pompa transfer WTP, yang berdampak pada perubahan komponen dengan nilai tambah perubahan rantai nilai, dimana terjadi process improvement dan keuntungan. Efisiensi air sebesar 108,855 m3, setara penghematan sebesar Rp 1.730.788,01, efisiensi kerusakan pompa dan elmot sebanyak 45 kali setara penghematan Rp292.325.130,00 pada periode tahun 2023. Bagi Pihak Ketiga: keuntungan biaya validasi data uji sebesar Rp11.376.000,00, zero accident. Bagi Konsumen: Terpenuhinya supply air bersih ke wilayah pendistribusian operasi, dan menghindari losses air bersih.	
13	**PT Pertamina EP Asset 3 - Field Subang**	**Pembuatan Sabun Ecoenzyme dari Limbah Organik dan Minyak Jelantah di Wilayah Kerja Pertamina Field Subang**

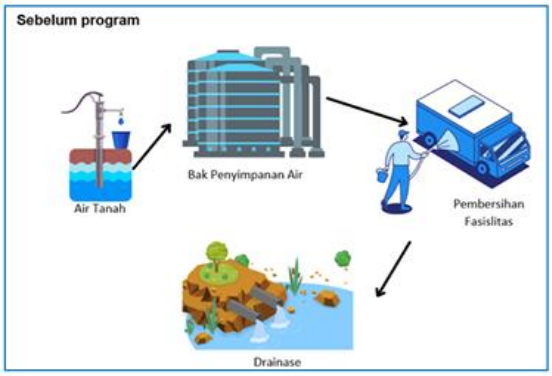
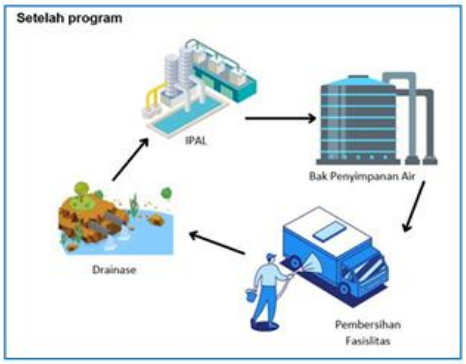
lingkungan kerja Pertamina yang melibatkan penggunaan air bersih menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan, terutama akibat penggunaan sabun komersial yang mengandung bahan kimia berbahaya. Limbah minyak jelantah dari aktivitas memasak juga menjadi masalah penting. Pengolahan limbah sebelum dibuang ke badan air sangat krusial untuk mengurangi pencemaran. PT Pertamina EP Asset 3 Field Subang membuat sebuah program untuk memproduksi sebuah sabun organik yang dibuat dengan bahan dasar eco enzyme dan minyak jelantah.

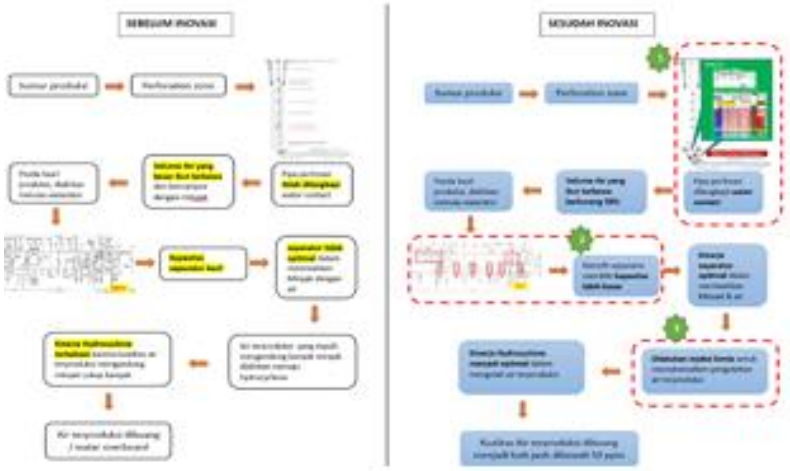


Gambar18. Skema Alur Proses Kegiatan Domestik Menggunakan Sabun Sebelum dan Setelah Ada Program Inovasi

Nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa perubahan rantai nilai (value chain optimization). Program inovasi ini berhasil mencatatkan nilai penghematan sebesar Rp 7.800.000/tahun bagi perusahaan. Selain itu program inovasi ini juga berhasil menurunkan timbulan beban pencemar air sebesar 0,000023 Ton Amonia, 0,000657 Ton COD dan 0,000002 Ton Minyak. Konsumen dari produk sabun eco enzyme adalah PT Pertamina EP Asset 3 Field Subang dan para pekerjanya dan juga masyarakat Desa Compreng. Berdasarkan hasil survey indeks kepuasan dari 100 responden 30% merasa puas dan 65% merasa sangat puas dengan produk sabun eco enzyme. Dalam program ini bahan baku berupa limbah oraganik dan minyak jelantah di suplai dari PT Pertamina EP Asset 3 Field Subang dan para pekerja nya. Selain itu kemasan produk sabun eco enzyme di peroleh darii CV. Sinar Jaya Plastik sebagai suplaier dengan nilai keuntungan yang diterima oleh CV. Sinar Jaya Plastik sebesar Rp. 1.200.000.

Program inovasi ini berdampak pada unit proses IPAL Domestik yang masuk kedalam ruang lingkup kajian Life Cycle Assesstment perusahaan tahun 2023. Program ini merupakan upaya perusahaan dalam mengidentifikasi peluang untuk meningkatkan kinerja lingkungan dari daur hidup produk minyak dan gas, khususnya pada ruang lingkup raw Material dengan menerapkan konsep waste as inputs dengan cara mengolah limbah organik dan limbah minyak jelantah menjadi produk baru yaitu sabun eco enzyme. Dampak penurunan timbulan polutan air disebabkan oleh penggunaan sabun eco enzyme yang dibuat dengan bahan baku sampah organic dan limbah minyak jelantah merupakan suatu bentuk wasted embedded value dalam konsep circular bussines model. Hal ini merupakan sebuah bentuk recycle dari limbah menjadi produk baru yang bermanfaat yang termasuk dalam kategori end of use recycling.

14	**PT Pertamina EP Asset 3 - Field Tambun**	**Program Teknologi SLowash Untuk Kegiatan Operational Facilities**
	Cleaning kendaraan operational dilakukan 1-2 kali dalam seminggu, karena kendaraan digunakan untuk menunjang operasional dengan kondisi jalan tanah dan berlumpur. Aktivitas ini membutuhkan air baku sebanyak 90-100 m3 per bulan, sehingga seringkali dilakukan pengisian penampungan air sebagai water supply dengan sumber air baku air tanah. Sehingga berdampak pada penurunan level muka air tanah, jumlah debit air, dan kualitas supply air baku sumur sekitarnya. Berdasarkan permasalahan tersebut, program inovasi Teknologi SLowash di PT Pertamina EP Tambun Field muncul untuk mengurangi penggunaan air tanah yang signifikan dalam pembersihan mobil 18 operasional. Inovasi ini memanfaatkan air limbah terolah sebagai pasokan air untuk kegiatan tersebut, bertujuan menghemat air baku dan memanfaatkan air limbah hasil pencucian.   Program inovasi ini mencakup perubahan sistem yang memberikan nilai tambah melalui optimalisasi rantai nilai dalam daur hidup penggunaan air baku untuk kegiatan operasional fasilitas. Keuntungan yang diperoleh dari program Teknologi Slowash meliputi efisiensi penggunaan air, sebagai berikut:	
15	**PT Pertamina Hulu Energi - West Madura Offshore (PHE WMO)**	**Tolak air dengan METAFISIKA (Metode Water Contact Defitinition**
	Guna mengatasi permasalahan tersebut, insan PHE WMO menciptakan inovasi Tolak air dengan METAFISIKA untuk mengatasi terbawanya air laut dari sumur produksi dan mengolah air terproduksi agar beban pencemaran Gambar 17 Penghargaan PLATINUM ENSIA Gambar 18 Inovasi Sebelum dan Sesudah Inovasi Tolak Air dengan METAFISIKA air berkurang. Tolak air dengan METAFISIKA merupakan sebuah program yang terdiri dari 3 metode utama yang terdiri dari (1) Modifikasi sumur perforasi dengan menambahkan komponen water contact definition, (2) Retrofit separator dengan modifikasi komponen untuk menambah kapasitas separator, (3) Injeksi kimia pada air terproduksi. Penerapan tiga metode ini merupakan inovasi baru dan pertama kali diimplementasikan di Indonesia dalam industri Migas EP berdasarkan buku Best Practice 2019-2023 oleh Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Inovasi ini merupakan perubahan Sub-Sistem dengan dampak berupa value chain optimization.	



Gambar 18 Inovasi Sebelum dan Sesudah Inovasi Tolak Air dengan METAFISIKA

Adanya perbahan ini, berdampak pada lingkungan berupa pengurangan debit air limbah terproduksi sebesar 6.588 m3 yang setara dengan penurunan beban air limbah sebesar 10,32 ton minyak lemak pada tahun 2023. Nilai tambah dari inovasi ini berupa Rantai Nilai dimana manfaat dirasakan oleh berbagai pihak yaitu PT Zues Chemical Indonesia sebagai suplier bahan kimia mendapatkan kontrak Kerjasama dalam proses pengolahan air terproduksi secara berkelanjutan. PT Pertamina RU V Balikpapan sebagai konsumen crude oil yang diproduksi PHE WMO dimana dengan adanya inovasi ini, sangat berpengaruh terhadap peningkatan kualitas dan kelancaran suplai minyak ke customer. PHE WMO selaku produsen, juga merasakan dampak berupa penghematan dari proses pengolahan air terproduksi sebesar Rp189.763.282. Selain itu, Inovasi ini juga telah terintegrasi dengan Kajian Life Cycle Assesment (LCA) PHE WMO Tahun 2022. Pelaksanaan inovasi ini termasuk pada ruang lingkup proses hulu dan inti khususnya pada sumur produksi, separator dan unit pengolahan produced water. Inovasi ini berdampak pada waste capacity dimana terdapat pengurangan debit dan pengolahan air terproduksi yang berdampak pada penurunan beban pencemaran air.

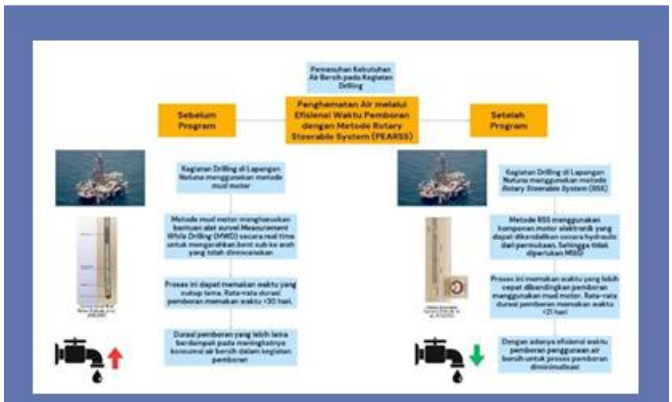
16	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Sangasanga**	**Inovasi Program Robot Inspeksi Kebocoran Pipa Penyalur Air Bersih**

Sebelum adanya program, inspeksi ketebalan pipa dilakukan melalui alat ultrasonik dengan mengukur di beberapa titik. Dengan metode ini ketebalan pipa tidak terinspeksi secara menyeluruh yang menyebabkan kebocoran di beberapa titik tidak terdeteksi. Namun, metode ini belum dapat mencegah kebocoran pada pipa sehingga frekuensi pemeliharaan harus dilakukan hingga 10 kali dalam setahun. Akibatnya terjadi kehilangan air sebesar 1.551.84 m3 per tahun pada titik kebocoran yang gagal terdeteksi.

Setelah adanya program, perusahaan melakukan inisiatif program berupa Pembuatan Robot Inspeksi Ketebalan Pipa. Dampaknya, data yang didapatkan akan semakin banyak dan rinci sehingga kebocoran pipa mampu dikurangi hingga 1,551.84 m3 dan frekuensi perlakuan maintenance semakin sedikit menjadi 6 kali dalam setahun. Inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor Migas EP atau Menurut Best Practice 2019 2023 dari KLHK belum pernah diimplementasikan di sektor Migas EP. Inovasi ini berdampak pada perubahan komponen dengan kualifikasi layanan Produk dimana terdapat penambahan metode pada kegiatan inspeksi kualitas pipa air terpasang baik berupa ketebalan maupun kebocoran. Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa efisiensi air pada tahun 2023 sebesar 1.551,84 m3 yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 28.089.916 dengan anggaran dana program sebesar Rp 97.000.000.

17	**Premier Oil Natuna Sea B.V.**	**PENGHEMATAN AIR MELALUI EFISIENSI WAKTU PEMBORAN DENGAN METODE ROTARY STEERABLE SYSTEM (PEARSS)**

Sebelum dilakukan program inovasi, sumber air bersih berasal dari water maker di rig pemboran. Pemboran dilakukan menggunakan peralatan Mud Motor. Penggunaan peralatan ini memakan waktu yang cukup lama karena interval pemboran panjang dan formasi yang dilalui rangkaian dalam keadaan tidak stabil. Durasi pemboran yang lama berdampak pada meningkatnya kebutuhan air bersih dalam kegiatan pemboran maupun kebutuhan domestik pekerja. Sehingga dilakukan efisiensi waktu pemboran untuk meminimalisir penggunaan air bersih untuk kegiatan pemboran.



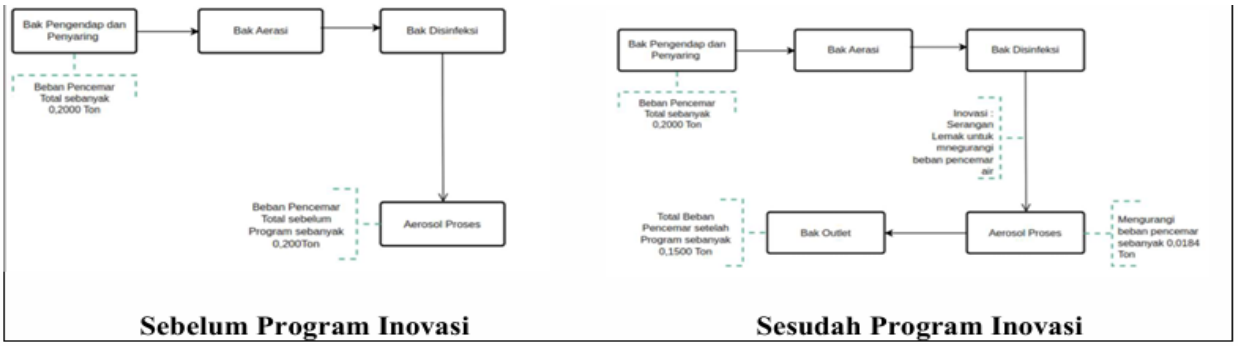
Gambar 9.2 Program Penghematan Air melalui Efisiensi Waktu Pemboran dengan Metode *Rotary Steerable System* (PEARSS)

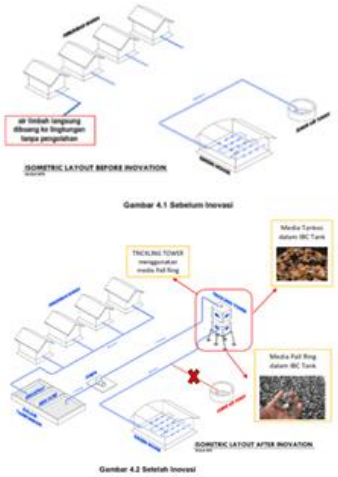
Setelah dilakukan program inovasi, dengan metode Rotary Steerable System dimana RSS ini memakan waktu lebih cepat dibandingkan saat pemboran menggunakan mud motor. Dengan adanya efisiensi waktu, penggunaan air bersih untuk proses pemboran dan kebutuhan domestic pekerja dapat diminimalisasi. Program ini dilaksanakan di unit Drilling yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Dalam life cycle assessment produk natural gas dan minyak, unit tersebut termasuk dalam ruang lingkup Production. Pada tahun 2023, terjadi pengurangan penggunaan air sebesar 1143,00 m3, atau setara dengan penghematan sebanyak Rp 32.004.000,00,-.

18	PT Pertamina Hulu Energi Raja Tempirai	Inovasi SEMAK KARBON

dapur hasil aktivitas tersebut menyebabkan bau tidak sedap. Bahan buangan air yang mengandung minyak yang dibuang ke air lingkungan akan mengapung menutupi permukaan air. Bahan minyak mengandung senyawa yang volatile, maka akan terjadi penguapan dan luas permukaan minyak yang menutupi permukaan air akan menyusut. Penyusutan minyak ini tergantung jenis minyak dan waktu. Lapisan minyak pada permukaan air dapat terdegradasi oleh mikroorganisme tertentu, tetapi membutuhkan waktu yang lama.

Mengakibatkan pencemaran air dan kualitas air menurun Untuk mengatasi masalah tersebut, digunakan filter arang karbon dari batok kelapa yang banyak tersedia di sekitar lokasi di bak pengolah agar minyak dan lemak tersebut sebelum di alirkan ke drainase melewati proses pengolahan terlebih dahulu. Sebelum program limbah domestik dilewatkan ke IPAL tanpa menggunakan batok kelapa Setelah program, limbah domestik dilewatkan terlebih dahulu ke dalam bak berisi arang batok kelapa sebagai filter untuk mengurangi beban pencemarna minyak dan lemak

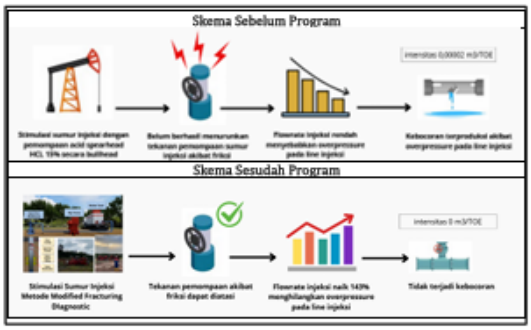


19	**PT Pertamina Hulu Energi - Jambi Merang**	**TRICKY RING - Trickling Tower Pengolah Limbah Domestik dengan memanfaatkan Pall Ring untuk kebutuhan Demplot di Desa Mendis**
	Sebelum adanya program, PHE Jambi Merang memiliki beberapa masalah terkait pengelolaan air limbah dan sampah di desa Mendis, sebagai desa binaan. Air limbah domestik yang dihasilkan dari aktivitas warga dibiarkan mengalir ke lingkungan, tanpa adanya pengolahan. Masyarakat desa Mendis juga belum berhasil mengelola limbah tandan kosong kelapa sawit yang cukup banyak dihasilkan, karena sebagian besar warganya bekerja sebagai petani kelapa sawit. Penanganan air limbah domestik dan limbah tandan kosong yang masih buruk tersebut berpotensi menimbulkan masalah pencemaran lingkungan, baik ke tanah maupun ke udara akibat pembakaran limbah tandan kosong.  **Gambar 20. Skema Perubahan Program TRICKY RING** Setelah adanya program inovasi, dilakukan pengolahan air limbah domestik menjadi sumber air demplot melalui beberapa unit, antara lain: grease trap, mesh filter, instalasi Trickling Tower, dan bak penampung. Instalasi Trickling Tower sendiri merupakan hasil modifikasi yang memanfaatkan IBC tank bekas, media Pall Ring, dan tandan kosong. Pada instatasi ini, air limbah domestik akan dipompakan ke bagian atas instalasi yang terbuat dari IBC tank bertingkat agar mengalir secara gravitasi untuk proses aerasi. Kontak udara dengan air limbah untuk aerasi diperluas dengan memanfaatkan media Pall Ring yang ditempatkan secara acak dalam IBC tank. Adapun penambahan media tandan kosong di dasar IBC tank berfungsi sebagai adsorber partikel pengotor yang ada dalam air limbah domestik. Selanjutnya, air hasil olahan instatasi Trickling Tower yang telah sesuai baku mutu disimpan dalam bak penampungan untuk sumber air kegiatan demplot. Upaya pengolahan air limbah domestik tersebut berdampak pada waste embedded value (increase recycling), dimana instalasi Trickling Tower mampu meningkatkan kualitas air limbah domestik di Desa Mendis, sehingga dapat mengurangi pemakaian air tanah untuk kegiatan demplot.	
20	**PT. Pertamina EP Asset 1 - Field Ramba**	**Sucker Rod Helical Molded Untuk Mengurangi NPT (Non Productive Time) Rig Dalam Upaya Efisiensi Air**
	Ramba Field menemukan permasalahan yang menyebabkan Non-Productive Time (NPT) dalam kegiatan Workover dan Well Service yaitu waktu tidak efektif saat pengoperasian rig sehingga berdampak terhadap penggunaan air operasional di lokasi rig. Program ini muncul karena terdapat kendala pada sumur produksi yaitu Salah satu artificial lifting dominan di Field Ramba adalah dengan Sucker Rod Pump. Beberapa sumur SRP ini memiliki permasalahan run life rendah yaitu akibat sucker rod putus maupun tubing bocor. LPO yang dihasilkan karena permasalahan tersebut selama tahun 2023 sebesar 4720 BOPD. Karena itu diperlukan suatu solusi yang dapat mengatasi permasalahan tersebut dan meningkatkan run life sumur serta nantinya pada kumulatif produksinya.	

	 Nilai tambah perubahan nilai kepada supplier terkait efektivitas melaksanakan program kerja sehingga berdampak pada produktivitas; Delivery pekerjaan dan kebutuhan material kepada kontraktor rekanan Field Ramba terkait program fracturing dan jasa instalasi Sucker Rod Helical Model ini Perbaikan Lingkungan yang dihasilkan adalah pengurangan kebutuhan air pada tahun 2023 sebesar 779.100 Liter/tahun yang setara penghematan biaya sebesar Rp 9.650.888.800,-. Kegiatan ini belum pernah dilakukan pada industry hulu migas sehingga dapat dikategorikan sebagai unsur kebaruan dan belum terdapat dalam buku Best Practice PROPER tahun 2019 sampai dengan 2023.	
21	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Adera**	**Organic Waste for Wastewater Treatment**
	upaya penurunan beban pencemar air dengan cara pembuatan filter membrane selulosa yang terbuat dari sampah organik ketela pohon dan kelor. Program modifikasi IPAL domestik berfungsi untuk meningkatkan kualitas air limbah domestik agar memenuhi baku. Inovasi ini melakukan perubahan sub sistem dengan mengubah kondisi lingkungan dalam air limbah yang semula anaerob downflow menjadi kombinasi aerob-anaerob dengan aliran downflow-upflow serta dengan modifikasi unit pengolahan air limbah domestik dengan pembuatan filter membrane selulosa dari limbah organik ketela pohon dan kelor. Limbah organik ini memiliki kandungan bakteri yang cukup untuk membantu proses reduksi polutan. Bagi Produsen atau Perusahaan, mampu mereduksi atau menurunkan beban pencemar air limbah domestik sehingga memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan pada PermenLHK No. 68 Tahun 2016 sehingga air yang dibuang ke badan air dapat terjamin kebersihannya dan dikategorikan sebagai sungai kelas I serta tidak perlu melakukan pengaadaan unit IPAL Domestik filterasi portable. Penghematan biaya yang didapat dari inovasi ini sebesar Rp 245.000.000 selama satu tahun. Program ini merupakan unsur kebaruan yang belum ada dalam daftar buku Best Practice dan Inovasi Industri PROPER 2020, 2021, 2022, dan 2023 serta telah diverifikasi oleh LPPM Universitas Diponegoro.	

Gambar 17. Dokumentasi Sebelum dan Sesudah Inovasi

22	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Limau**	**Optimasi Stimulasi Rigless Sumur Injeksi dengan Metode Modified Fracturing Diagnostic Analysis**
	inovasi yang dilatar belakangi stimulasi sumur injeksi menggunakan pemompaan acid spearhead HCL 15% secara bullhead masih belum efektif untuk menurunkan tekanan pemompaan akibat friksi. Hal ini mengakibatkan penurunan flowrate injeksi yang menyebabkan overpressure pada line injeksi yang mengakibatkan kebocoran air terproduksi dan loss opportunity water injection 0,00002 m3/TOE. Setelah adanya program Stimulasi rigless sumur injeksi dengan Metode Modified Fracturing Diagnostic Analysis murni menggunakan air formasi tanpa bahan kimia. Pada metode ini menggunakan prosedur MSRT (Multi Step Rate Test) dan MBDT (Multi Breakdown Test) yang dapat mempercepat proses perekahan sand tone pada reservoir dan dapat menaikan rate injeksi. Adanya program ini mampu menurunkan tekanan pemompaan sumur injeksi akibat friksi, dan mengurangi kebocoran water injection dengan intensitas 0,00002 m3/TOE.	



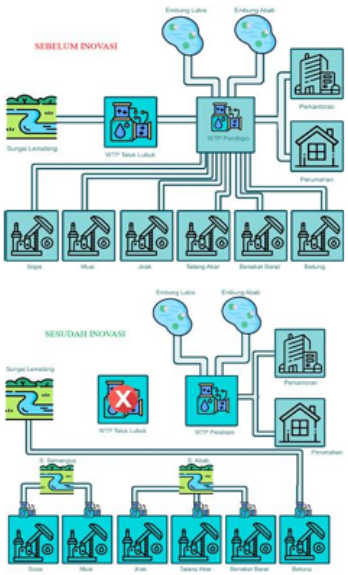
Gambar 17. Implementasi Modified Fracturing Diagnostic

Program ini merupakan program yang berjalan pada unit yang dikaji dalam batasan LCA dimana lokasi merupakan hotspot fresh water toxicity. Perbaikan lingkungan dari inovasi ini merupakan penerapan dari Life Cycle Assessment dengan nilai perbaikan lingkungan pada siklus production dengan aspek nilai pengurangan beban pencemar air dimana perusahaan mampu mencegah potensi tekanan pemompaan akibat friksi yang tinggi yang menyebabkan overpressure pada line injeksi dan berdampak pada kebocoran line air terproduksi akibat overpressure pada line injeksi.

23	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Pendopo**	**Decentralized Water Management System**

Inovasi Decentralized Water Management System bermula dari masalah awal yaitu konsumsi air yang tinggi di fasilitas produksi dan domestik,dengan pengelolaan air yang terpusat di WTP Teluk Lubuk.

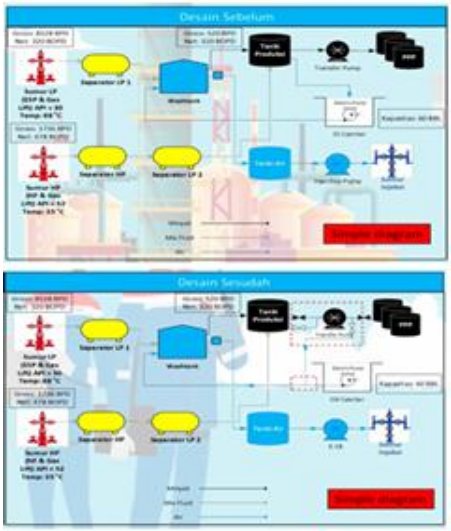
Sebelum inovasi, konsumsi air yang diambil dari Sungai Lematang sebagai Sungai besar utama di wilayah kerja Perusahaan sangat tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu konsumsi untuk kegiatan domestik yang tinggi dan banyak *losses* dalam proses distribusi air. *Losses* yang terjadi adalah akibat *illegal tapping* dan kerusakan pada jalur pipa distribusi. Sumber air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air Perusahaan berasal dari Sungai Lematang, embung Abab, dan embung Lubis. Air dari tiga sumber tersebut diolah di WTP Pendopo dan didistribusikan ke perkantoran, perumahan, dan fasilitas produksi Perusahaan yang tersebar di empat kabupaten, yaitu Penukal Abab Lematang Ilir, Musi Banyuasin, Musi Rawas, dan Muara Enim. Jarak antara WTP dengan fasilitas penerima air yang jauh menyebabkan risiko *losses* menjadi lebih besar karena jalur distribusi yang sulit dimonitor. Manajemen air tersebut dinilai tidak efisien dan menyebabkan biaya pengelolaan yang tinggi. Total konsumsi air dari Sungai mencapai **15.961 m^3**.



Gambar 16. Manajemen air sebelum dan sesudah inovasi Decentralized Water Management System

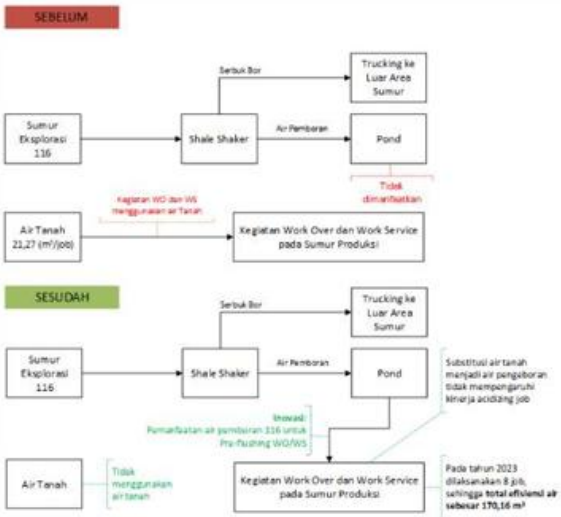
Setelah inovasi, Perusahaan menutup WTP Teluk Lubuk dan menjadikan WTP Pendopo menjadi fasilitas pengolahan air utama. WTP Pendopo mengelola air yang diambil dari embung Abab dan embung Lubis untuk didistribusikan ke perkantoran dan perumahan. Fasilitas produksi penerima air menjadi 6 (enam) cluster, yaitu Betung, Jirak, Talang Akar, Benakat Barat, Sopa, dan Musi. Untuk menunjang kebutuhan air pada setiap cluster, terdapat pengelolaan air on-site (Water Treatment Plant Mini) yang mengelola air dari sungai-sungai terdekat. Total konsumsi air dari Sungai mencapai **13.385 m^3**.

Perbaikan lingkungan yang dihasilkan selama tahun 2022 melalui inovasi ini adalah **penurunan konsumsi air sebesar 2.576 m^3**. Inovasi **DECENTRALIZED WATER MANAGEMENT SYSTEM** berhasil melakukan perubahan sub-sistem dan memberikan dampak *material efficient manufacturing*

24	PT Pertamina EP Asset 2 - Field Prabumulih	Inovasi Re-Engineering Drain System Struktur Beringin
	ialah teknologi baru yang belum pernah dilakukan di sektor migas EP dan tidak terdapat pada buku Best Practice dan Inovasi Industri Migas EP PROPER 2020-2023. Inovasi ini dilatarbelakangi dalam proses drain fluida dari sumur high pressure dan low pressure tidak dilakukan separasi secara terpisah. Hal ini menyebabkan fluida dari sumur low pressure yang memiki gross tinggi telah menggunakan washtank sebagai fasilitas separasi air dan minyak, sehingga 97% air dapat dipisahkan. Akan tetapi untuk fluida dari sumur high pressure tidak terdapat fasilitas pemisahan air dan minyak sehingga seluruh produksi minyak masih terdapat air ke tanki produksi. Air yang terbawa ke tank produksi pada umumnya dapat di drain ke oil catcher sebelumnya dipompakan ke PPP, dengan total beban yang dihasilkan sebesar 30,2 Ton Parameter yang menyebabkan oil catcher menjadi limitasi.Hal ini menginisiasi para pekerja untuk terus berupaya menyelesaikan masalah yang menyebabkan beban pencemar air yang meningkat. 	
	Nilai tambah inovasi ini berada pada tingkat sub sistem (Value Chain Optimization) dengan perubahan rantai nilai. Keuntungan bagi konsumen ialah meningkatnya supply crude oil, memenuhi pasokan gas yang dikirimkan ke konsumen dan meningkatkan kualitas produksi dengan mengurangi kandungam air yang terdapat pada produksi crude oil. Keuntungan bagi vendorialah mengurangi beban kerja mitra kerja atau vendor sebagai operator lapangan karena pengurangan durasi pompa transfer dan injeksi dan mempermudah maintenance drain plant dan pompa. Keuntungan bagi perusahaan/produsen ialah mengurangi LPO (Lost Production Opportunity) sebesar 2.820 bbls setara Rp 43.600.000,-/bulan dan menurunkan konsumsi energi sebesar 203 GJ/tahun dari penurunan jam operasional pompa.	

25	**PT. Pertamina Hulu Energi - Ogan Komering**	**EcoFlush: Reutilisasi Air Pemboran pada Acidizing Job**

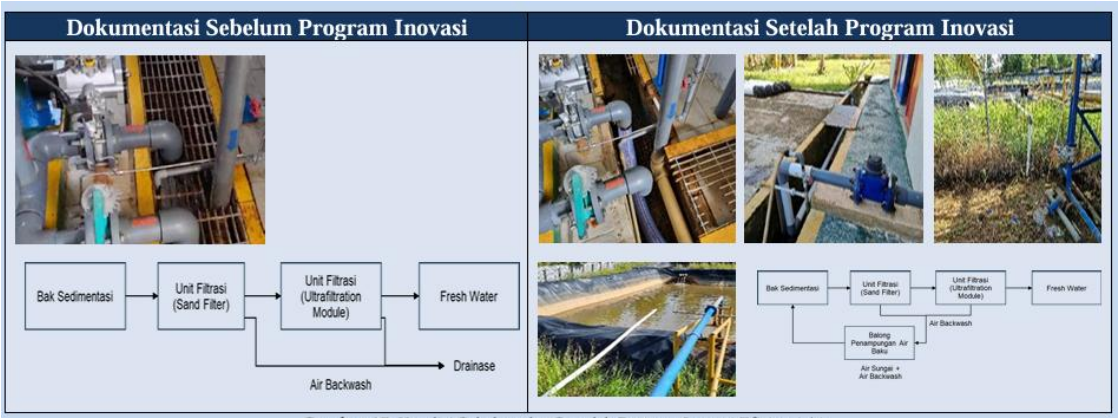
Sebelum adanya program, PHE OK menggunakan air tanah yang berasal dari sumur untuk melakukan pre-flushing di pekerjaan acidizing sumur-sumur aktif yang bermasalah. Penggunaan air yang tidak efisien dalam operasional dapat mengakibatkan pemborosan sumber daya. Pengambilan air dalam jumlah besar berdampak negatif terhadap lingkungan sekitar, termasuk mengurangi ketersediaan air untuk komunitas lokal dan ekosistem. Berdasarkan permasalahan tersebut, PHE OK menerapkan program "EcoFlush: Reutilisasi Air Pemboran pada Acidizing Job" untuk mengatasi tantangan penurunan produksi sekaligus mengurangi konsumsi air tanah. Kegiatan ini telah masuk ke dalam ruang lingkup kajian LCA 2024 pada unit proses Well Intervention dan Well Services dalam bagian Upstream pada batasan sistem LCA. Berdasarkan PerMenLHK no 5 tahun 2021 (Lampiran 1: Penapisan persetujuan teknis pemanfaatan air limbah untuk aplikasi ke tanah), kegiatan ini tidak diwajibkan memiliki Pertek.



Setelah adanya program inovasi, kondisi operasional mengalami perbaikan signifikan dalam hal efisiensi, efektivitas, dan keberlanjutan. Inovasi ini, yang berfokus pada pemanfaatan air pemboran, memiliki dampak signifikan dalam konteks sirkular bisnis, khususnya terkait dengan Waste Capacity. Konsep ini menekankan pentingnya pengelolaan limbah yang efisien dan berkelanjutan, serta bagaimana inovasi ini dapat mengubah paradigma pengelolaan sumber daya.

26	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Bunyu**	**PROGRAM OPTIMALISASI PENGOLAHAN AIR BACKWASH DENGAN METODE WATER RECLINE**

Permasalahan awal disebabkan debit air pada Telaga Patra sebagai sumber baku utama fasilitas Water Treatment Plant (WTP) PT Pertamina EP (PEP) Bunyu Field beberapa kali tidak mencukupi untuk kebutuhan air harian dikarenakan mengandalkan air hujan sehingga sumber air baku dialihkan ke Sungai Pasir. Pengambilan air yang dilakukan oleh fasilitas WTP dari sumber air baku dinilai masih cukup besar dibandingkan dengan air yang berhasil diproses menjadi air bersih. Permasalahan lainnya, diantaranya terdapat air backwash yang terbuang ke drainase dalam jumlah cukup banyak dan belum adanya metode efisiensi air yang diterapkan pada fasilitas WTP. Asal usul ide inovasi berasal dari perusahaan sendiri berdasarkan permasalahan yang terjadi. Kondisi sebelum program ini belum adanya metode efisiensi air yang diterapkan pada fasilitas WTP. Kondisi setelah program air yang sebelumnya terbuang dapat dimanfaatkan kembali dan menghasilkan penghematan air sebesar 2.267 m3 sampai bulan Juni 2024.

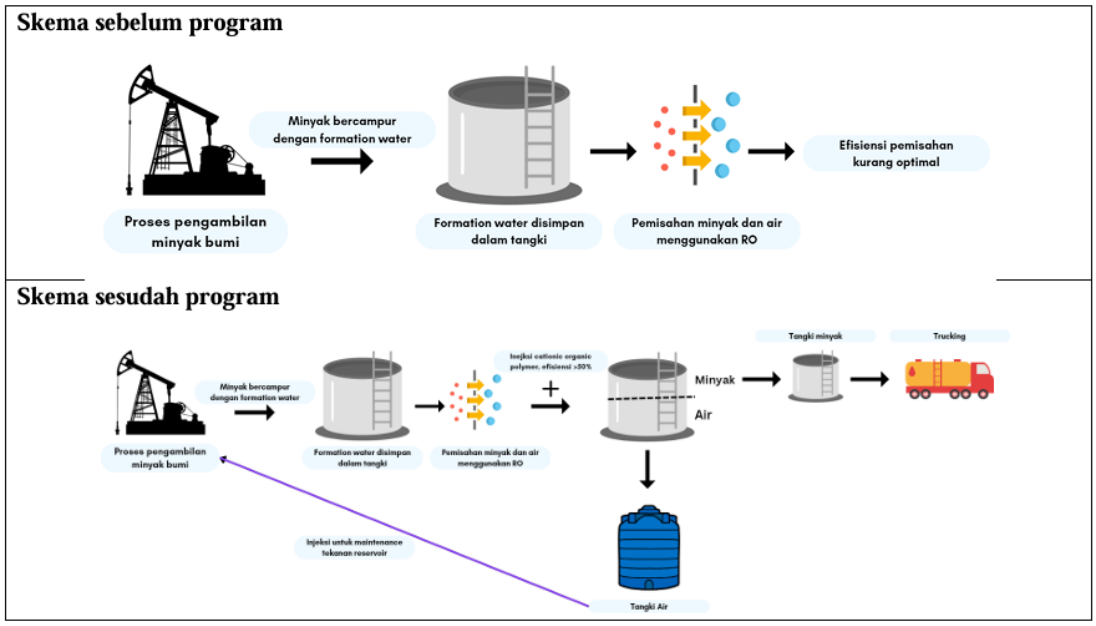


Gambar 17. Kondisi Sebelum dan Sesudah Program Inovasi Efisiensi Air

Program Optimalisasi Pengolahan Air Backwash dengan Metode Water Recline merupakan inovasi dengan perubahan Sub Sistem dimana berupa perubahan metode pengolahan air bersih menjadi lebih optimal dimana air backwash yang sebelumnya terbuang langsung ke lingkungan dapat diolah kembali menjadi air bersih sehingga sudah tidak ada pembuangan air proses backwash dan penggunaan air dapat berkurang. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa Value Chain Optimization yang memberikan manfaat kepada perusahaan/produsen, konsumen, lingkungan, dan supplier/vendor. Produsen/Perusahaan dapat menghemat penggunaan air, sebesar 2.267 m3 dan penghematan biaya pengelolaan, sebesar Rp. 34.005.000,-. Konsumen dapat merasakan manfaat terpenuhi kebutuhan migas dengan lancar karena lancarnya proses dalam produksi. Dampak lingkungan yang dihasilkan dari program ini berupa mengurangi pengambilan air baku dari telaga maupun sungai sebesar 2.267 m3 sehingga dapat menghindari terjadinya kelangkaan air dengan menjaga ketersediaan air pada lingkungan. Supplier/Vendor dapat merasakan manfaat, berupa keuntungan menyediakan peralatan untuk instalasi program ini sebesar Rp. 17.736.000,-. Nilai absolut dan penghematan pada tahun 2024 (Sampai Juni), masing-masing sebesar 2.267 m3 dan Rp. 34.005.000,-.

27	**PT EMP Energi Riau**	**Aplikasi Cationic Organic Polimer Sebagai Pengurai Emulsi untuk Meningkatkan Efisiensi Pemisahan Minyak dan Lemak Pada Formation Water**

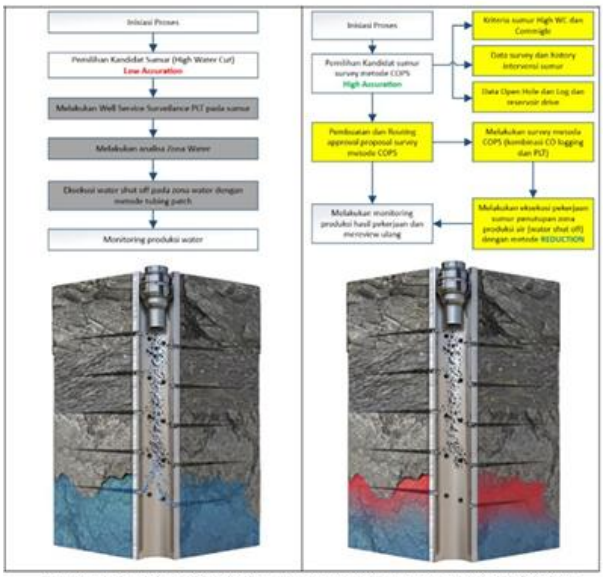
PT EMP Energi Riau melakukan inisiatif program Aplikasi Cationic Organic Polymer Sebagai Pengurai Emulsi untuk Meningkatkan Efisiensi Pemisahan Minyak dan Lemak Pada Formation Water. Sebelum adanya program, pada saat proses oil lifting, formation water yang muncul bersamaan dengan minyak yang diambil dari reservoir akan ditampung pada tangka untuk dilakukan pemisahan minyak dari formation water dengan memanfaatkan perbedaan berat jenis air dan minyak. Proses ini dibantu dengan menggunakan unit reverse osmosis (RO) dengan menyaring partikel dengan tekanan tinggi melalui membran semipermeabel. Kendala yang sering ditemui adalah terjadinya fouling atau sumbatan pada membran karena minyak mengendap di permukaan membran pada saat proses pengolahan formation water. Selain itu, kualitas formation water dapat berfluktuasi sehingga mempengaruhi kinerja RO sehingga perlu penyesuaian dalam proses RO. Hal ini menyebabkan beban pencemar minyak dan lemak tidak dapat terproses dengan baik dan dapat menghambat proses produksi.



Setelah adanya program, dilakukan improvement dalam pengolahan formation water dengan menambahkan zat kimia Cationic Organic Polymer yang berfungsi untuk memecah emulsi minyak-air yang stabil karena adanya surfaktan atau bahan pengemulsi yang menjaga minyak dan air tetap bercampur, sehingga minyak dan air dapat dipisahkan. Hal ini menyebabkan tetesan minyak berkumpul menjadi lebih besar, yang selanjutnya dapat mempermudah pemisahan fase minyak dan air. Minyak akan naik ke atas permukaan yang selanjutnya ditampung pada oil tank untuk dilakukan pengangkutan dengan truk minyak (trucking). Sedangkan air akan ditampung pada water tank yang nantinya akan digunakan untuk injeksi reservoir melalui wellhead. Efisiensi pemisahan minyak dan air dapat mencapai lebih dari 50% sehingga sesuai dengan baku mutu yang berlaku. Aplikasi Cationic Organic Polymer Sebagai Pengurai Emulsi untuk Meningkatkan Efisiensi Pemisahan Minyak dan Lemak Pada Formation Water merupakan program yang memenuhi unsur kebaruan menurut buku Best Practice tahun 2021-2023 yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan serta belum pernah dilakukan oleh industri lain pada sektor sejenis.

28	**PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur Daerah Operasi Bagian Selatan (DOBS)**	**Program REDUCTION (Reducing Unwanted Water Production by Water Coning Application)**

Air terproduksi dari sumur perlu diolah terlebih dahulu karena memiliki kandungan minyak & lemak tinggi dan berpotensi menjadi polutan di lingkungan. Upaya penurunan polutan pada air terproduksi ini dapat dilakukan melalui penutupan sumur yang tidak produktif dengan program REDUCTION. Program REDUCTION merupakan gabungan dari 2 metode CO Log & Production Logging Tools Survey untuk pemilihan sumur dan metode Water Coning untuk penutupan sumur dengan injeksi chemical yang tergolong lebih murah, mudah, dan akurat.



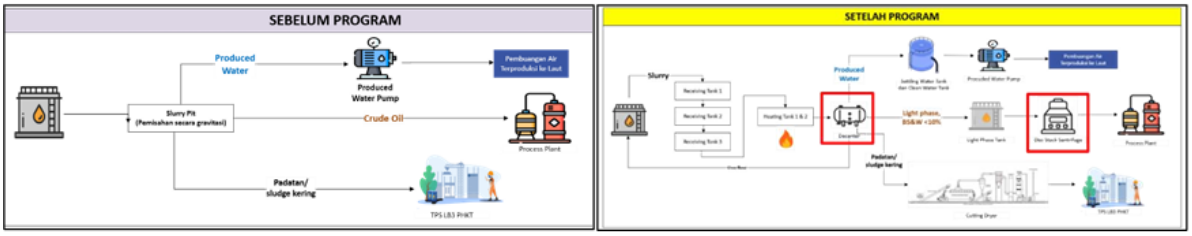
Gambar 19. Kondisi sebelum dan sesudah program REDUCTION

Sebelum adanya program, tindakan well intervention untuk menstabilkan kenaikan kadar air dilakukan dengan metode Cementing. Dengan menggunakan metode tersebut, penutupan sumur tidak akurat sehingga hasil penurunan air terproduksi tidak maksimal. Setelah adanya program, proses Water Coning Application dilakukan injeksikan chemical ke lokasi formasi yang sudah ditentukan. Nantinya, chemical tersebut akan masuk ke dalam formasi melalui matriks batuan dan mengisi ruang pori sumur. Proses In-situ gelation, terjadi melalui proses aktivasi secara thermal yang terdapat pada sumur. Setelah teraktivasi, chemical akan berubah menjadi padatan yang menyumbat ruang pori dan saluran sehingga sumur tertutup dan membatasi aliran produced water dari sumur yang tidak produktif. Adanya penyumbatan sumur tersebut, maka produksi minyak dan gas dapat semakin tinggi dan jumlah air yang terangkat dari sumur menjadi berkurang dan berdampak pada penurunan jumlah air terproduksi Gambar 18. Penghargaan Program WISE dari Bupati 21 yang dihasilkan. Adanya penurunan jumlah air terproduksi ini memberikan nilai positif terhadap lingkungan karena dapat menurunkan nilai beban pencemaran air. Ide inovasi yang dilakukan berasal dari perusahaan sendiri dan pertama kali diterapkan di Indonesia pada Sektor EP Migas atau menurut Best Practice KLHK Tahun 2017 - 2023 belum pernah diimplementasikan di Sektor Migas EP. Inovasi ini termasuk Perubahan Komponen dimana terdapat Process Improvement melalui penggabungan metode CO Log & Production Logging Tools Survey dan metode Water Coning untuk intervensi sumur dengan tingkat akurasi tinggi dan metode penutupan sumur menggunakan chemical yang tergolong lebih murah dan mudah.

29	**PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur**	**SCANDIA (Slurry Treatment with Decanter and Disc Stack Centrifuge)**

Sebelum dilaksanakannya program SCANDIA, pengolahan slurry melalui pemisahan secara gravitasi dan padatan sludge dikelola oleh pihak ketiga. Setelah program SCANDIA, pengolahan slurry dilakukan dengan adanya penambahan rangkaian proses seperti pemanasan dengan Heating Tank, pemisahan dengan decanter dan Disc Stack Centrifuge, dan pengeringan sludge dengan Cutting Dryer. Dengan adanya program SCANDIA, pemisahan antara slurry dengan air terproduksi menjadi lebih optimal sehingga air terproduksi yang akan dibuang ke laut akan menjadi lebih bersih dan kandungan minyak dan lemak menurun serta menurunkan pencemaran lingkungan di laut. Selain itu, hasil crude oil hasil pemisahan yang diproses kembali dapat menjadi potensi meningkatnya produksi perusahaan. Inovasi ini berasal dari perusahaan sendiri dan pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor EP Migas atau menurut Best Practice pada tahun 2017-2023 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

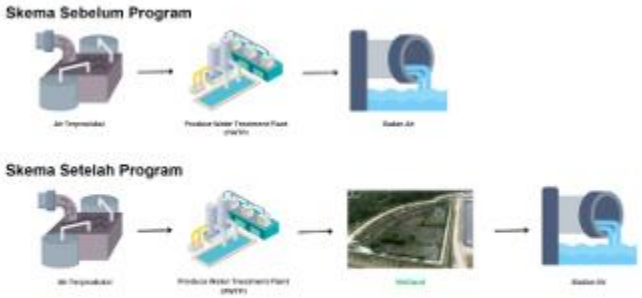
Implementasi program inovasi SCANDIA berdampak pada Wasted Embedded dimana terdapat penambahan proses recovery oil untuk memaksimalkan pemisahan minyak, air, dan sludge yang lebih optimal dan lebih ramah lingkungan sehingga dapat mengurangi beban pencemar sebesar 0,276 Ton minyak dan lemak dengan total penghematan sebesar Rp10.016.718.675. Nilai tambah pada program SCANDIA berupa rantai nilai. Dimana, PHKT sebagai produsen mendapatkan keuntungan dari meningkatnya produksi dari hasil pemisahan minyak yang terdapat pada slurry sebesar 3.649 barrel crude oil dan juga adanya penurunan parameter minyak dan lemak yang terdapat pada air terproduksi sebesar 0,28 Ton minyak dan lemak. PT Wastec sebagai supplier mendapatkan keuntungan sebesar Rp 16.462.380.000 karena PHKT DOBU melakukan rental alat untuk proses permisahan slurry.



Gambar 20. Flow Proses Pengolahan Slurry Sebelum dan Sesudah Program SCANDIA

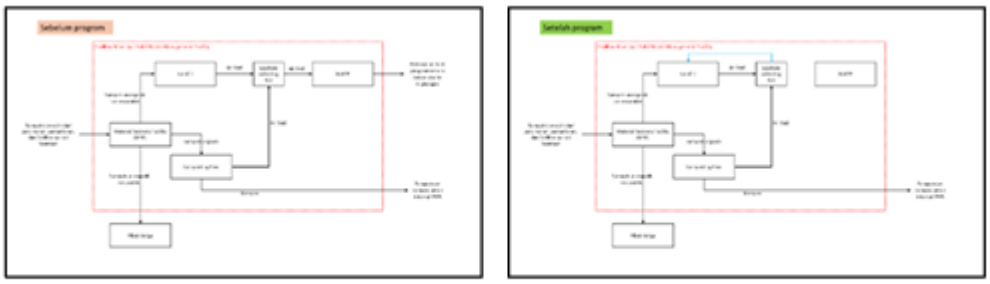
30	**PT Pertamina Hulu Rokan - Bekasap Rokan**	**Implementasi Constructed Wetland pada Fasilitas Pengolahan Air Terproduksi**

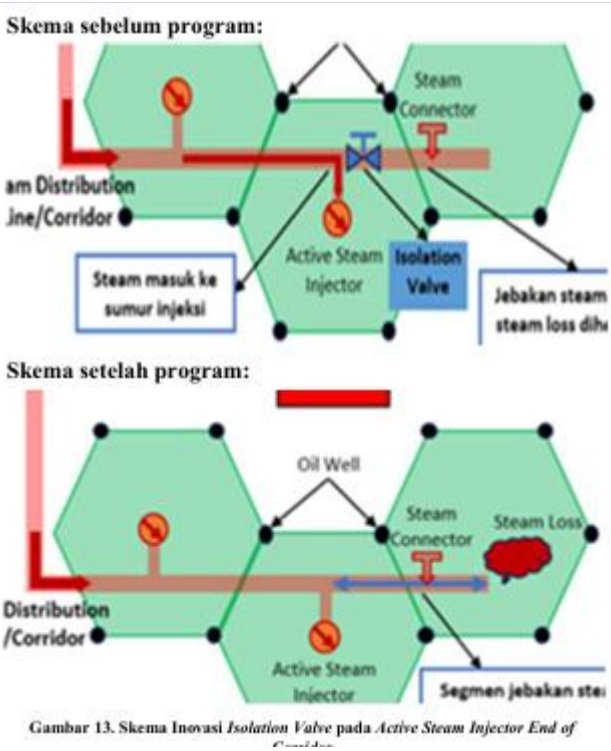
Pengembangan program inovasi Implementasi Constructed Wetland pada Fasilitas Pengolahan Air Terproduksi berasal dari perusahaan sendiri dimana ide program inovasi ini muncul karena adanya daya tampung Daerah Aliran Sungai (DAS) tersebut akan menurun karena semakin banyaknya air buangan yang dialirkan dari banyak sektor, sehingga PT PHR WK Rokan-Wilayah Operasi Bekasap Rokan melakukan inovasi untuk dapat menurunkan BPA. Sebelum adanya program inovasi, air terproduksi yang dihasilkan dilakukan pengolahan produced water treatment plant (PWTP). Nilai konsentrasi parameter COD, minyak lemak, dan TDS hasil air olahan PWTP mendekati baku mutu yang ditetapkan.



Gambar 13. Skema Perubahan Inovasi Implementasi Constructed Wetland pada Fasilitas Pengolahan Air Terproduksi

Setelah adanya program inovasi, nilai konsentrasi parameter COD, minyak lemak, dan TDS hasil air olahan PWTP menurun karena waktu retensi antara air limbah dengan mikroorganisme pada constructed wetland. Penurunan konsentrasi minyak dan lemak karena filter sabut kelapa pada kolam pre-wetland yang mampu menahan minyak. Penurunan COD dan TDS karena penyerapan senyawa organik dan anorganik pada air limbah oleh tanaman ekor kucing (Typha Latifolia) yang digunakan sebagai bio-adsorben.

31	**PT Pertamina Hulu Rokan - Minas Siak**	**Penurunan Air Limbah Dengan Leachate Recirculation To Landfill**
	PT Pertamina Hulu Rokan – Minas Siak memiliki fasilitas pengolahan sampah domestik atau Municipal Solid Waste Management Facility (MSWMF). Dari kegiatan pengelolaan sampah ini dihasilkan air limbah berupa air lindi yang mana sebelum di buang kembali ke lingkungan di olah terlebih dahulu dengan WWTP yang terdapat di MSWMF agar memenuhi baku mutu yang di persyaratkan. Terkadang operasional WWTP mengalami gangguan listrik, sehingga tidak dapat mengolah air lindi.  **Gambar 17** Diagram Alur Proses Sebelum adanya resirkulasi, air lindi diolah pada WWTP yang ada di MSWMF sampai parameter pencemar memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan, kemudian air dialirkan ke lingkungan. Setelah adanya program resirkulasi, air lindi di pompa kembali dengan menggunakan vacum truck untuk selanjutnya di siramkan ke landfill pada fasilitas MSWMF. Klaim inovasi termasuk kedalam komponen dengan nilai tambah layanan produk yang memberikan keuntungan untuk perusahaan. Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah penurunan beban pencemar air COD sebesar 0,0227 ton COD, Dengan penghematan biaya sebesar Rp 10.000.000 Program Penurunan Air Limbah dengan Leachate Recirculation To Landfill dilaksanakan di unit MSWMF yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024.	
32	**PT Pertamina Hulu Rokan - Duri Steam Flood**	**Isolation Valve pada Active Steam Injector End of Corridor**
	Program ini berdampak pada perubahan sub sistem dimana terjadi perubahan alur proses yang dilakukan oleh perusahaan. Kondisi sebelum adanya program adalah penurunan temperatur steam pada ujung koridor pipa, sehingga steam tersebut terkondensasi pada ujung koridor pipa. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan steam yang banyak dan berpengaruh pada peningkatan kebutuhan air sebagai bahan baku pembuatan steam.	

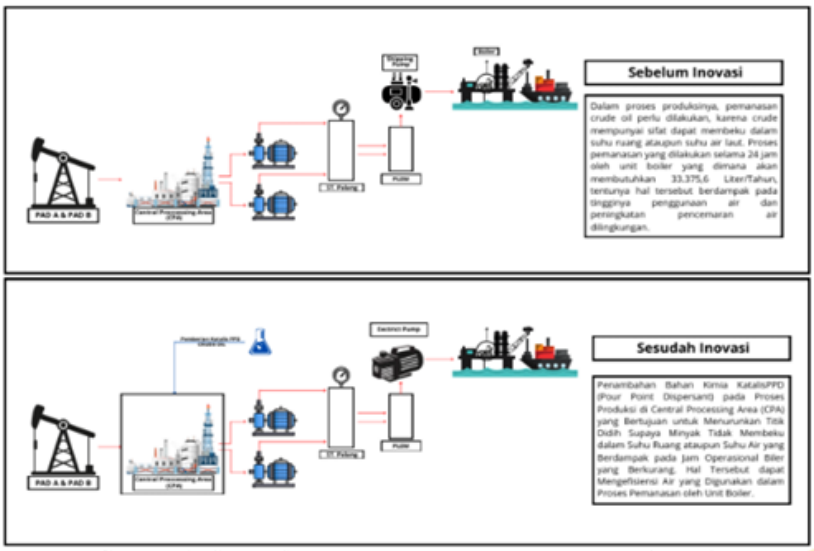


Gambar 13. Skema Inovasi *Isolation Valve* pada *Active Steam Injector End of*

valve yang mencegah terbentuknya jebakan steam pada segmen ekstensi pipa, valve akan menutup pada kondisi normal, dan dibuka saat aktivitas cyclic steaming di sumur produksi. Dengan adanya pemasangan isolation valve ini, dapat mengurangi jumlah steam yang harus di-blowdown sehingga menurunkan kebutuhan air untuk pembuatan steam. Adapun nilai tambah berupa perubahan rantai nilai yang didapat berupa: Produsen/Perusahaan dapat menurunkan kebutuhan air untuk pembuatan steam di tahun 2023 sebesar 259.610,25 m3 dan penghematan sebesar Rp 28.557.127,24.

33	**PT Pertamina EP Asset 4 Sukowati Field**	**PULPI (Pemetaan Ulang Pompa Listrik)**

Inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor minyak dan gas bumi EP atau Menurut Best Practice 2022 2023 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan belum pernah diimplementasikan di sektor tersebut. Program PULPI berdampak pada perubahan komponen dengan adanya perubahan Penambahan Bahan Kimia Katalis PPD dimana terdapat pemetaan ulang pompa. Kondisi sebelum adanya program: Kegiatan operasional PT Pertamina EP Asset 4 Sukowati Field menghasilkan produk crude oil dan gas. Dalam proses produksinya, pemanasan crude oil perlu dilakukan, karena crude mempunyai sifat dapat membeku dalam suhu ruang ataupun suhu air laut. Proses pemanasan yang dilakukan selama 24 jam oleh unit boiler yang dimana akan membutuhkan 33.375,6 Liter/Tahun, tentunya hal tersebut berdampak pada tingginya penggunaan air dan peningkatan pencemaran air dilingkungan.

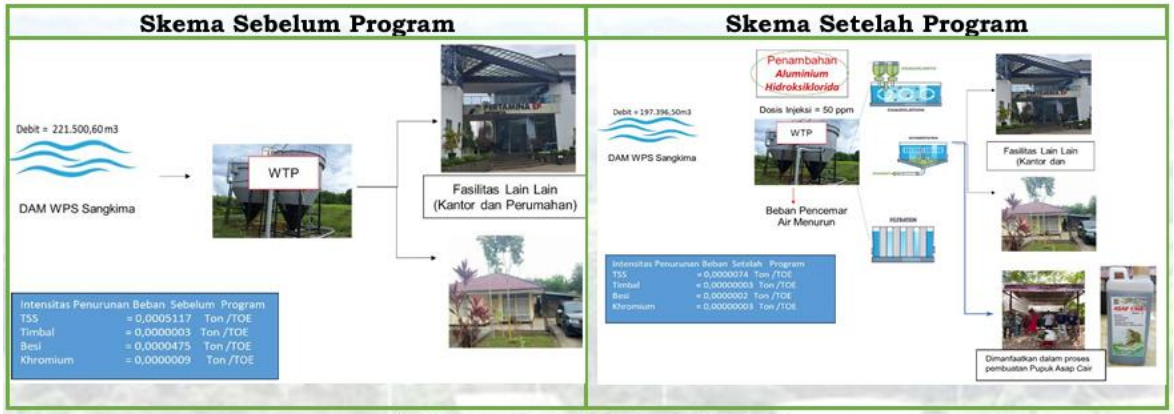


Gambar 17 Skema Sebelum dan sesudah adanya program inovasi
(Sumber: Laporan Pelaksanaan Program Inovasi Aspek Efisiensi air)

Kondisi setelah adanya program: Dengan cara penambahan bahan kimia katalis PPD (Pour Point Dispersant) pada crude oil yang ditujukan untuk menurunkan titik didih supaya minyak tidak membeku dalam suhu ruang ataupun suhu air laut, Penambahan PPD mengakibatkan berkurangnya jam operasional boiler sehingga air yang dibutuhkan dalam proses pemanasan juga berkurang sehingga dapat dilakukan substitusi shipping pump dengan Electric Pump dan dilakukan pemetaan ulang electric pump. Pada implementasi program PULPI dilakukan Procces Improvement yang dilakukan melalui penambahan katalis PPD untuk menekan jam operasional boiler sehingga kebutuhan air dapat lebih effisient dan pemetaan ulang pompa listrik yang disesuaikan dengan kebutuhan. Program PULPI dilaksanakan di unit CPA yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Dalam life cycle assessment produk minyak, unit CPA termasuk dalam ruang lingkup Production.

34	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Sangatta**	**Re-Design proses treatment air limbah dengan subtitusi klorin dan Koagulan menjadi Injeksi Aluminium Hidroksiklorida**

Program inovasi ini bertujuan untuk mengurangi beban pencemar berupa Total Suspended Solid (TSS), Timbal, Chromium, dan Besi (Fe) yang dihasilkan dari proses WTP dalam Pertamina EP Asset 5 Sangatta Field dengan penambahan zat berupa Aluminium Hidroksiklorida. Program inovasi ini memenuhi unsur kebaruan yang pertama kali pada Sektor 2 Migas EP yang belum terdaftar pada buku Best Practice dan Inovasi PROPER KLHK tahun 2020- 2023. Sebelum program, digunakan Klorin untuk menurunkan BPA dengan persentase removal pada rentang 30-40%. Sesudah Program, ditambahkan Aluminium Hidroksiklorida yang meningkatkan persentase removal dengan rentang 70-80%.

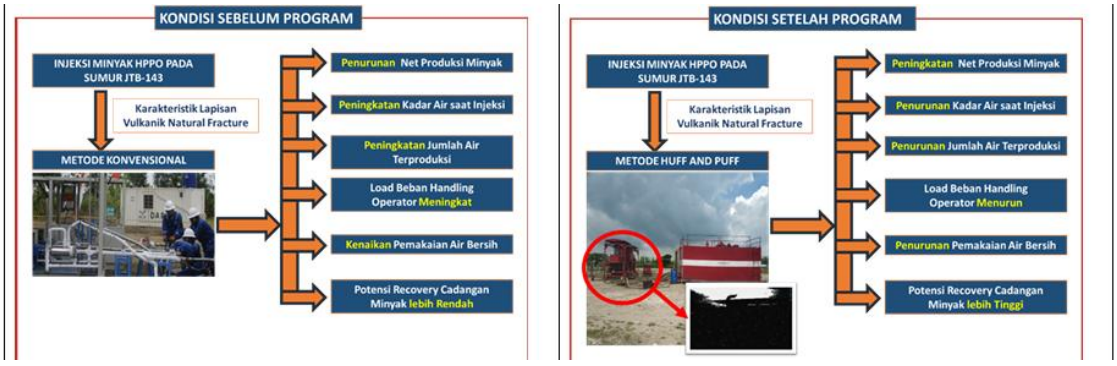


Gambar 16 Skema Program Inovasi

Dalam kajian Life Cycle Assessment, program ini termasuk ruang lingkup Production – Reagent Hazard Reduced, dimana terjadi penurunan beban pencemar TSS (Total Suspended Solid), Timbal, Besi, dan Khromium. Inovasi ini dapat mengurangi dampak Water Scarcity Footprint (WSF) sebesar 64.020 m3. Pada Circular Business Model inovasi ini tergolong pada skema Wasted resources dimana terdapat penambahan bahan Aluminium Hidroksiklorida pada unit WTP.

35	**PT. Pertamina EP Asset 3 - Field Jatibarang**	**Stimulasi Huff & Puff LPPO Pada Sumur Jtb-143**

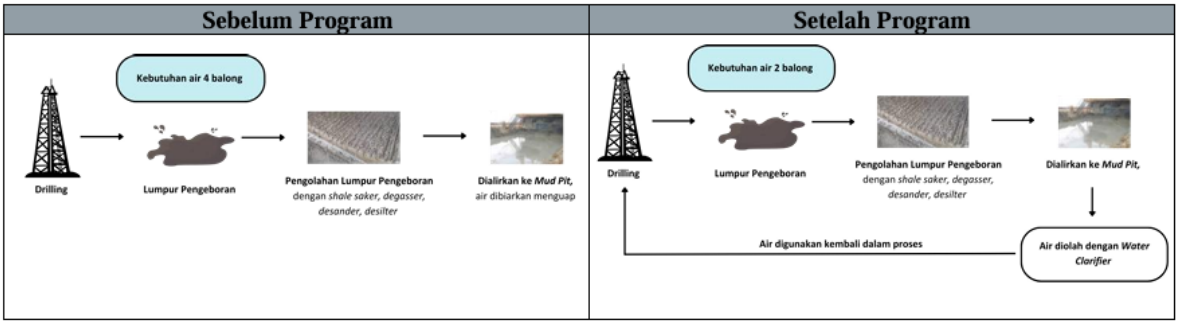
Permasalahan sumur sumur di area operasi Sumur JTB-143 merupakan sumur dengan lapisan vulkanik yang memiliki kadar air cukup tinggi, sehingga mengakibatkan produksi bersih relative kecil dan air terproduksi yang cukup besar menghambat fasilitas produksi. Masalah lainnya yang timbul pada Low & Off produksi pada artificial lift dengan metode pengangkatan fluida sumur mengintroduksi tenaga tambahan kedalam sumur memerlukan optimasi dan well service untuk mengembalikan produksi akibat penurunan gross minyak dengan kerugian 7718 bbls. Low & Off produksi mengakibatkan terjadinya penurunan tekanan pada reservoir berpotensi penambahan/resizing artificial lift dan terjadinya kebocoran (oil spill) di sekitar area flowline.



Program Inovasi “Stimulasi Huff & Puff LPPO pada Sumur JTB-143” merupakan pionir yang tidak ditemukan dalam industri sejenis berdasarkan Buku Best Practice dan Inovasi Tahun 2019, 2020, 2021, 2022 dan 2023 yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa efisiensi air pada tahun 2024 sebesar 434.0427 m3 yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp.565.447.235. Inovasi ini termasuk kedalam kategori penambahan komponen memiliki nilai tambah inovasi yaitu Perubahan Perilaku dengan menerapkan metode injeksi Stimulasi Huff and Puff dalam kegiatan operasional Sumur JTB 143. Stimulasi Injeksi Huff and Puff merupakan metode yang paling efektif dari segi produksi dapat menurunkan kadar air pada lapisan vulkanik.

36	**PT Pertamina EP Sangatta Field - Lapangan Semberah**	**Efisiensi Air dengan Mekanisme Mud Treatment menggunakan Poli Anionik Water Clarifier**

Program Efisiensi Air dengan Mekanisme Mud Treatment menggunakan Poli Anionik Water Clarifier dirancang untuk mengurangi penggunaan air secara signifikan dalam operasi pengeboran dan produksi. Sebelum program diterapkan, lumpur yang telah digunakan dalam proses pengeboran dilakukan pengolahan dengan 4 langkah, yaitu shale shaker yang berfungsi untuk membersihkan lumpur dari cutting bor, degasser yang berfungsi untuk membersihkan dari gas, desander untuk memisahkan dengan padatan kecil, dan desilter untuk membersihkan lumpur dari partikel yang lebih kecil. Volume air yang digunakan sebelum program yaitu sebesar 6.156 m3. Setelah program diterapkan, jumlah balong yang diperlukan untuk menyimpan air berhasil dikurangi menjadi hanya 2 balong yang berarti kebutuhan volume air berkurang hingga setengahnya.



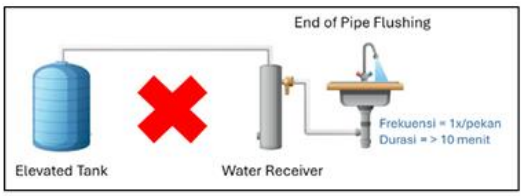
Gambar 15 Skema Program Inovasi

Program inovasi ini termasuk dalam kriteria dampak perubahan komponen, yang masuk dalam klasifikasi process improvement dan memiliki nilai tambah perubahan perilaku, yang memberikan dampak pada lingkup perusahaan dan supplier dimana dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan berupa pengurangan penggunaan air sebesar 3.420 m3 yang setara dengan Rp 297.540.000,00 dengan anggaran biaya sebesar Rp 278.910.205,00. Program ini juga terintegrasi dengan Life Cycle Assessment (LCA) yang terletak pada unit Drilling. Peluang perbaikan lingkungan melalui penerapan LCA terletak pada siklus Production dengan kategori Energy minimized.

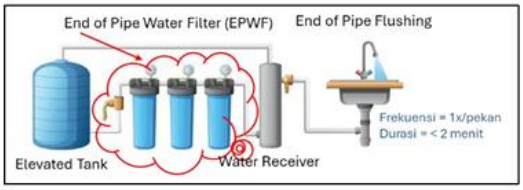
37	**JOB Pertamina - Medco E&P Simenggaris**	**Penerapan End of Pipe Water Filter (EPWF) untuk menghindari Water Losses dalam Konsumsi Air Bersih di Area Living Quarter**

Lapangan South-Sembakung memiliki area living quarter yang mengkonsumsi sebagian besar air bersih yang diperuntukkan untuk aktivitas domestik yang tidak berkaitan dengan proses produksi. Air bersih yang digunakan berasal dari sumber air tanah yang diolah dalam Instalasi Pengolahan Air Bersih (IPA) dengan sistem Fisik Kimia. Permasalahan awal yang terjadi adalah IPA dioperasikan sejak tahun 2015 dengan karakteristik air tanah mengandung kandungan besi terlarut (Fe), mangan (Mn) dan pH yang cenderung di bawah 6 (kondisi seperti swamps area).

SEBELUM



SESUDAH

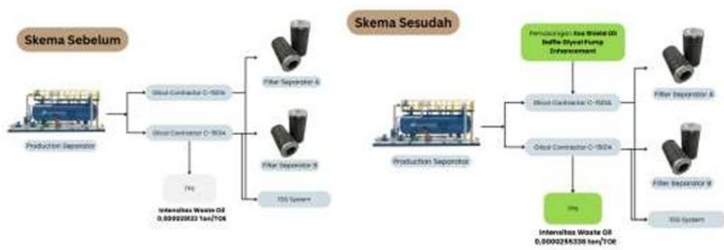


Kondisi sebelum adanya program terdapat kehilangan air dari aktivitas end of pipe flushing secara rutin 1 kali dalam sepekan di 6 titik selama 10 menit. Sedangkan, kondisi setelah adanya program inovasi ini, maka diberikan EPWF untuk menyaring air bersih sehingga standard air bersihnya terpenuhi dan mengurangi water losses dari kegiatan end of pipe water flushing. Namun, karena tidak ada sistem backwashing, sehingga tetap diperlukan penggantian filter secara berkala dan end of pipeflusing rutin, meskipun frekuensi dan durasi lebih pendek.

D. 3R Limbah B3

No	Nama Perusahaan	Judul Inovasi
1	**PT. Pertamina Hulu Energi - NSO**	**EcoShield Oil Baffle Glycol Pump Enhancement**

Program **EcoShield Oil Baffle Glycol Pump Enhancement** merupakan inovasi modifikasi pompa glycol dengan penambahan oil baffle berkualitas tinggi untuk menggantikan oil deflector yang kurang efektif menahan kebocoran oli. Sebelum program, limbah oli bekas mencapai **12,82 ton/tahun**, namun setelah implementasi berhasil ditekan menjadi **5,74 ton/tahun**, sekaligus meningkatkan efisiensi produksi dan keberlanjutan lingkungan. Inovasi ini termasuk kategori **Value Chain Optimization** dan belum pernah diterapkan di sektor migas EP berdasarkan Best Practice KLHK 2017–2023. Dampaknya dirasakan di tiga lingkup: **supplier** (pengadaan alat & jasa Rp 9 juta), **perusahaan** (penurunan limbah 0,043 ton dan penghematan Rp 386,6 ribu dari anggaran Rp 375,8 juta), serta **konsumen** (peningkatan produksi gas dari 2.915.052 MSCF di 2022 menjadi 2.950.613 MSCF di 2023, naik 35.561 MSCF, sehingga pasokan lebih stabil). Program ini juga terintegrasi dengan kajian **LCA** yang menurunkan **Ecotoxicity Potential 9,52 kg 1,4-DCB ek**, serta masuk kategori **Circular Business Model – Waste Capacity** karena mengurangi limbah dan biaya operasional.

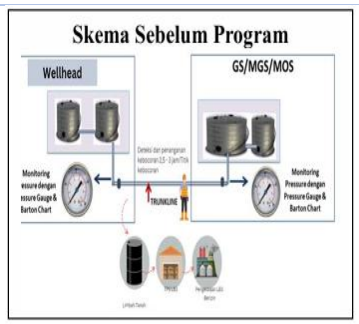


Gambar 5. Skema Sebelum dan Sesudah Program *EcoShield Oil Baffle Glycol Pump Enhancement*

No	Nama Perusahaan	Judul Inovasi
2	**PT Pertamina EP Asset 1 - Field Jambi**	**Redesign Sistem FOL (Finding Oil Losses) sebagai Sistem Deteksi Dini Kebocoran dengan Instalasi integrated transducer pada Trunkline**

Sebelum adanya program, penggunaan trunkline untuk transportasi minyak menghadapi masalah serius akibat usia tubing yang sudah tua, memicu korosi dan kebocoran. Kondisi stress level pada force unit area juga menimbulkan anomali sehingga memperparah kebocoran. Dampaknya, timbulan limbah B3 tanah terkontaminasi mencapai 3 kg per titik kebocoran per jam, sementara waktu maintenance untuk menemukan titik kebocoran memakan waktu 2,5–3 jam secara manual. Pada tahun 2022 tercatat 12 titik kebocoran dengan kehilangan produksi minyak sekitar 180 liter.

Setelah program diterapkan, sistem trunkline diperkuat dengan metode **FOL (Fiber Optic Leak Detection System)** yang menggunakan dua pressure transducer di titik upstream dan downstream, terintegrasi dengan IoT. Sistem ini mampu memantau tekanan, mendeteksi anomali, dan memberikan alarm prediksi lokasi kebocoran secara real time. Hasilnya, kehilangan produksi berkurang drastis menjadi hanya 1 liter per titik kebocoran per jam dan timbulan limbah B3 turun menjadi 1 kg per titik kebocoran per jam. Pada tahun 2023, tercatat penurunan limbah B3 sebesar 1,283 ton.



Gambar 9 Skema Setelah dan Sesudah Inovasi Limbah B3

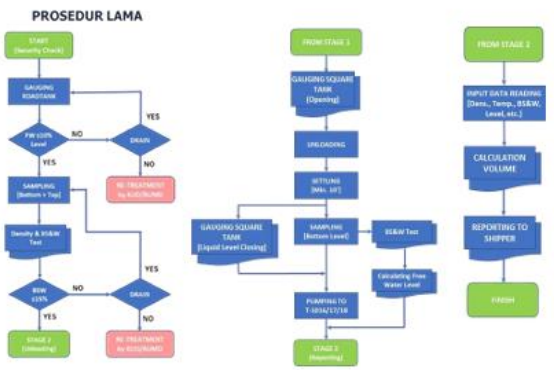
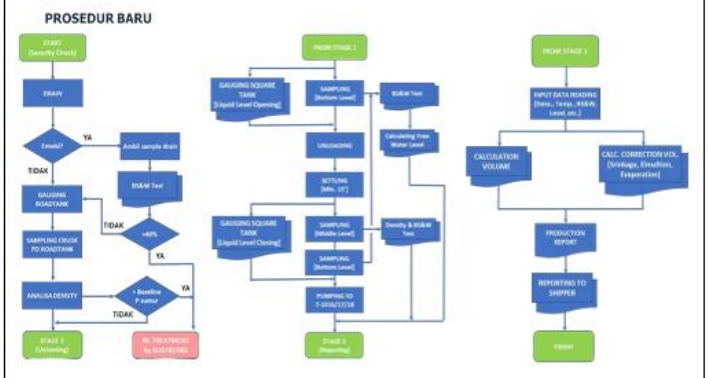
Inovasi ini termasuk klasifikasi **Value Chain Optimization** dengan unsur kebaruan di sektor migas hulu, karena belum pernah tercatat dalam Best Practice 2018–2023. Selain meningkatkan keandalan penyaluran minyak dan mengurangi waktu maintenance, inovasi ini menurunkan potensi dampak lingkungan dengan penurunan Global Warming Potential sebesar 3.652,57 kg CO_2eq. Dalam kerangka **Circular Business Model**, program ini masuk skema *Wasted Lifecycle* karena mampu mengoptimalkan pemanfaatan trunkline sekaligus menurunkan limbah B3. Dari sisi finansial, program menghasilkan efisiensi berupa penghematan Rp38,09 juta dengan modal Rp30,48 juta.

Sebelum dilakukan program inovasi PearlOil (Sebuku) Limited melakukan pengumpulan limbah filter yang kemudian akan dikelola dan dibuang sebagai limbah B3 filter bekas. Limbah filter bekas berasal dari berbagai jenis unit proses yang berada di platform, sehingga jumlah limbah yang dihasilkan juga cukup besar. Berdasarkan permasalahan tersebut, PearlOil (Sebuku) Ltd, melakukan Inovasi "Program Filter Enclosure Separation" yang tergolong perubahan subsistem dan berdampak pada Waste lifecycles (Lifecycle services to maintain) dan Value Chain Optimization, dimana dilakukan untuk mengurangi jumlah massa timbulan limbah B3 filter bekas yang dihasilkan dengan memisahkan tutup filter yang tidak terkontaminasi oleh B3.

3	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Cepu**	**UBAH POLA (Metode Pengubahan Pola Penerimaan Minyak dari Sumur Tua)**

Program inovasi **UBAH POLA** di PT Pertamina EP Asset 4 - Field Cepu bertujuan mengurangi limbah B3 berupa residu dasar tangki minyak bumi yang timbul dari proses penerimaan minyak sumur tua. Sebelumnya, metode manual gauging dan pasta air sering tidak akurat dalam mendeteksi level air bebas, sehingga menyebabkan oil losses tinggi dan penumpukan residu. Inovasi ini mengganti metode lama dengan teknik **uji centrifuge** sesuai standar ASTM D4007, yang lebih presisi dalam mengukur free water. Hasilnya, akurasi meningkat, oil losses berkurang, serta timbulan limbah B3 dapat ditekan.

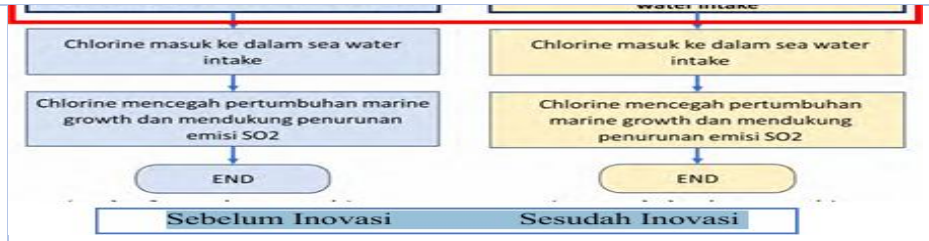
Implementasi program ini berhasil menurunkan limbah B3 residu dasar tangki sebesar **335 ton pada tahun 2023**, setara penghematan biaya Rp1,365 miliar. Rata-rata level air bebas juga turun dari 13% menjadi 7,12%, sehingga kualitas minyak meningkat dan lebih kompetitif di pasar. Inovasi ini mendukung *Circular Business Model* kategori **Waste Embedded Value**, meningkatkan efisiensi pemisahan minyak-air, serta memperkuat komitmen perusahaan dalam penerapan standar operasional ramah lingkungan melalui integrasi dalam kajian LCA di MGS Menggung.

Sebelum Adanya Program	Setelah Adanya Program
	

4	**Saka Indonesia Pangkah Limited**	**Modifikasi Pipa Closing Pump Sistem Sea Water Intake**

Sejak Agustus 2023, dilakukan inovasi pada sistem injeksi natrium hipoklorit (NaOCl) yang sebelumnya menggunakan dosing pump konvensional untuk mencegah pertumbuhan biota laut pada pipa sea water intake. Sistem lama menimbulkan tantangan berupa kebutuhan perawatan tahunan yang menghasilkan limbah B3 (oli bekas, majun, dan limbah terkontaminasi lainnya), risiko kerusakan pompa, downtime, serta biaya tambahan.

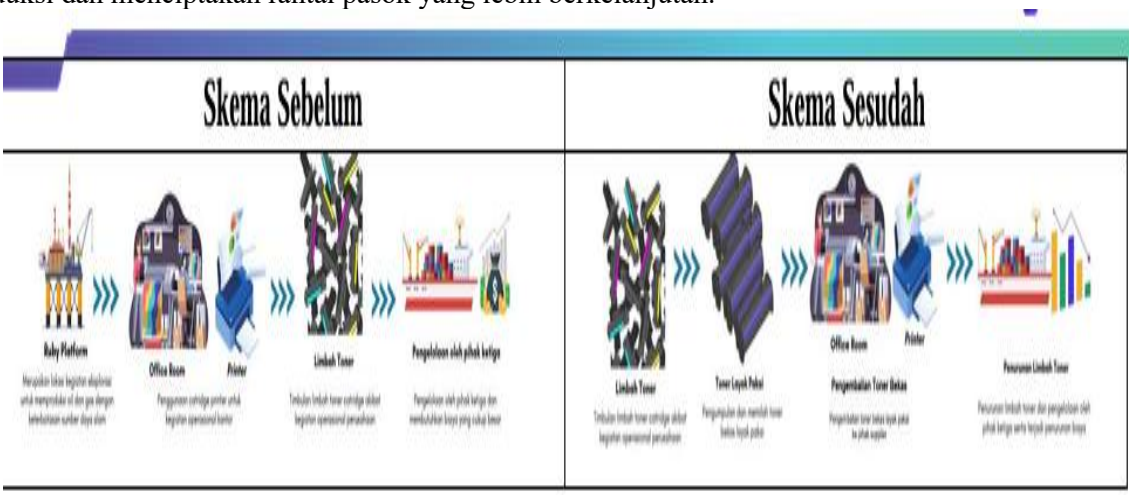
Melalui modifikasi, dosing pump diganti dengan sistem berbasis gravitasi sehingga larutan NaOCl dialirkan langsung dari tangki tanpa bantuan pompa. Inovasi ini mengurangi limbah B3 hingga 0,0083 ton/tahun (setara 3 liter oli/pompa), menurunkan dampak GWP dan Photochemical sebesar 99%, serta menghasilkan penghematan biaya Rp28,7 juta di tahun 2024. Berdasarkan Circular Business Model, program ini masuk dalam skema **Product Use Extension–Reconditioning**, karena memperpanjang fungsi sistem dengan mengurangi limbah dan biaya operasional.



5	**PEARLOIL (Sebuku) Ltd.**	**PROGRAM GREEN TONER INITIATIVE: REFURBISH TONER**

Sebelum inovasi, limbah toner bekas di PearlOil (Sebuku) Limited hanya dikumpulkan lalu dibuang sebagai limbah B3 dari aktivitas administrasi perkantoran. Untuk mengurangi timbulan limbah tersebut, perusahaan meluncurkan **Program Green Toner Initiative: Refurbish Toner**, yaitu dengan memilah toner yang masih layak dan mengembalikannya ke supplier agar dapat digunakan kembali. Program ini tergolong perubahan subsistem dengan fokus pada *Value Chain Optimization* serta mendukung *waste lifecycle services to maintain*.

Implementasi program ini berhasil menurunkan timbulan limbah B3 sebesar **0,021 ton/tahun pada 2023**, setara dengan penghematan biaya Rp4.157.000. Nilai tambah yang dihasilkan meliputi pengurangan beban limbah ke lingkungan, peningkatan efisiensi pengelolaan limbah, serta manfaat ekonomi bagi masyarakat melalui penurunan jejak limbah. Selain itu, supplier memperoleh bahan baku untuk produksi toner baru dengan keuntungan sekitar Rp80.000 per unit, yang pada akhirnya dapat menekan harga produksi dan menciptakan rantai pasok yang lebih berkelanjutan.



6	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Tanjung**	**Instalasi Integrated Transducer pada Pipe Section sebagai Finding Oil Losses System**
	Sebelum adanya program, deteksi kebocoran pipa di PEP Tanjung Field dilakukan dengan metode manual melalui monitoring tekanan di upstream (0 km) dan downstream (236,4 km). Proses ini memerlukan pengecekan langsung sepanjang jalur pipa 236,4 km dan penanganan baru bisa dimulai setelah titik kebocoran ditemukan. Kondisi tersebut memakan waktu ±14 jam, dengan potensi kehilangan minyak mentah sebesar ±0,57 BBLs/jam dan menghasilkan limbah B3 hingga 0,10 ton/jam. **Gambar 13.** Skema Sebelum dan Sesudah Program 3R Limbah B3 Inovasi ini belum pernah diterapkan di sektor Migas EP sejenis dan masuk klasifikasi **Value Chain Optimization**. Program memberikan value creation bagi seluruh rantai nilai: perusahaan menekan timbulan limbah B3 sebesar 2,50 ton dan menghemat Rp21 juta, konsumen (Refinery Unit) mendapatkan pasokan lebih stabil, supplier lebih efisien hingga 40% dalam biaya penanggulangan kebocoran, dan pembuangan akhir berkurang bebannya. Selain itu, program menurunkan potensi emisi karbon sebesar 5.326,84 kg CO2eq melalui kajian LCA, serta mendukung circular business model dalam peningkatan keandalan deteksi dini kebocoran pipa.	
7	**PT Pertamina EP Asset 5 - Field Tarakan**	**Pengurangan Limbah B3 Majun pada Kegiatan Operasi Produksi dengan Alat STAR SOLUTION**
	Permasalahan Awal PT Pertamina EP Trakan Field yakni banyaknya timbulan majun ketika dilakukan kegiatan pengukuran tinggi level cairan menggunakan alat ukur dip tape, sisa minyak yang menempel dapat membeku pada temperatur udara normal sehingga menyebabkan minyak menempel pada gauging dip tape membuat operator kesulitan dalam melakukan pembersihan yang membutuhkan majun dalam jumlah banyak. Selain menambah jumlah limbah majun, pembersihan minyak pada gauging dip tape menggunakan majun dinilai tidak praktis sehingga diperlukan waktu yang relatif lebih lama dalam melakukan kegiatan pengukuran Gambar 11. Penghargaan Inovasi 3R LB3 level cairan dalam tangki. Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi yaitu karena adanya peluang meminimalkan timbulan limbah B3 serta efisiensi operasional pengukuran tinggi level cairan. Perusahaan dapat melakukan perbaikan kondisi lingkungan dengan menggunakan alat STAR SOLUTION. Desain alat akan memudahkan proses pembersihan gauging dip tape yang berlangsung bersamaan dengan proses penggulungan tanpa harus memegang dan menggunakan majun secara manual karena minyak yang menempel akan langsung terserap oleh spons yang mengapit pita dip tape dan juga dilengkapi dengan sistem grounding sehingga aman dari bahaya listrik statis pada saat melakukan pengukuran level cairan pada tangki penyimpanan.	

Gambar 12. Sebelum dan Sesudah adanya program STAR Soluttion

Kondisi setelah adanya program inovasi Pengukuran level cairan menggunakan alat STAR SOLUTION yang terdapat alat pematus minyak otomatis pada alat ukur dip tape untuk membersihkan minyak yang berlangsung bersamaan dengan proses penggulungan pita sehingga tidak diperlukan lagi majun untuk membersihkan minyak. Sehingga proses operasional lebih efisien karena tidak perlu membersihkan minyak secara manual dan dapat menghemat biaya pembelian majun dan pengelolaan limbah B3. Penerapan inovasi ini juga bersifat removeble yang berarti dapat dilepas pasang pada alat gauging dip tape yang baru dalam arti apabila gauging dip tape telah habis masa terra maka alat ini bisa dilepas dan dipasangkan pada gauging dip tape yang baru atau yang sudah dilakukan kalibrasi atau terra. Dalam melaksanakan program inovasi ini perusahaan juga menggandeng masyarakat sekitar untuk penyediaan alat serta mendukung kesejahteraan bengkel lokal.

Nilai tambah program ini adalah rantai nilai dimana keuntungan yang diperoleh dari program inovasi ini dapat dirasakan oleh perusahaan sebagai produsen yaitu dapat mengurangi timbulan limbah B3 yang dihasilkan dan menghemat biaya pengelolaan limbah B3 sebesar Rp. 1.609.694, selain itu keuntungan yang dapat dirasakan oleh masyarakat adalah tersedianya peluang kerjasama dengan bengkel terkait yang dapat meningkatkan penghasilan, sehingga mendapatkan nilai manfaat ekonomis bagi masyarakat. Keterkaitan program inovasi ini dengan LCA dilaksanakan di unit produksi yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2022 dan 2023 dimana terjadi pengurangan limbah B3 majun.

8	**BP Berau, Ltd.**	**Penggantian Komponen Pembakaran Combustion Liner dan Flow Sleeve pada Turbin Gas dari Hastelloy menjadi Nimonic.**

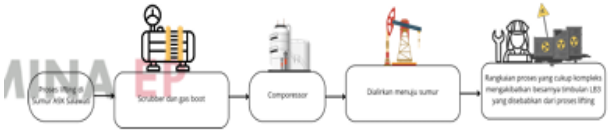
Permasalahan awal Kegiatan pemeliharaan rutin kilang biasanya dilakukan setiap 12.000 jam operasi dan komponen di Turbin Gas beroperasi pada suhu sekitar 1100oC mendekati titik lelehnya. Dengan adanya frekuensi pemeliharaan yang cukup cepat mengakibatkan penurunan jam operasional kilang tahunan, sehingga produksi tidak dapat dioptimalkan. Dengan adanya latar belakang tersebut diperlukan upaya perbaikan atau continuous improvement untuk mengurangi timbulan limbah B3 dari pemeliharaan kilang.

Ide perubahan atau inovasi yang dilakukan dengan melakukan modifikasi komponen pada turbin gas/komponen pembakaran, sehingga dapat membuat unit menjadi handal dan dapat mengurangi frekuensi pemeliharaan. 14 Selain itu, dengan adanya program ini mampu menurunkan timbulan limbah B3 dari aktivitas pemeliharaan. Menurut Buku Best Practice, inovasi belum pernah diterapkan di industri Migas EP. Selain itu, program inovasi masuk ke dalam scope kajian LCA yaitu unit proses ORF. Program inovasi ini merupakan perubahan komponen karena menggantikan komponen pada Pembakaran Combustion Liner dan Flow Sleeve pada Turbin Gas dari Hastelloy menjadi Nimonic.

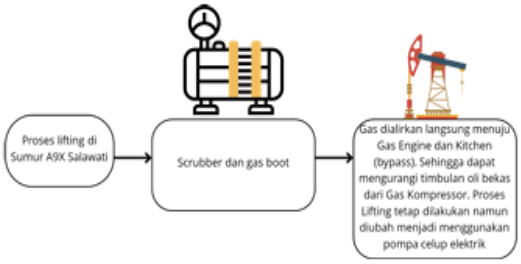
Dampak lingkungan yang dihasilkan yaitu mengurangi timbulan limbah B3 sebesar 385 ton pada tahun 2023 dan penghematan anggaran sebesar Rp 1.141.309.015, Selain itu juga berkontribusi terhadap capaian Sustainable Development Goals (SDGs) sesuai dengan tujuan SDGs no. 12. Menjamin Pola Produksi dan Konsumsi yang Berkelanjutan dan indikator no. 12.4.2 (a) Limbah B3 yang dihasilkan per kapita; dan (b) Proporsi limbah B3 yang ditangani / diolah berdasarkan jenis penanganannya / pengolahannya untuk mencapai sasaran nasional RPJMN 2020-2024. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah layanan produk dengan keuntungan bagi produsen/perusahaan yaitu frekuensi pemeliharaan tereduksi 50% yang awalnya 1,5 tahun sekali setelah adanya program menjadi 3 tahun sekali sehingga menghemat biaya yang dikeluarkan. Keuntungan juga didapatkan oleh konsumen yaitu kontintitas produk tetap terjaga, dengan frekuensi pemeliharaan yang semakin panjang mampu meningkatkan produksi.

9	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Papua**	**RELOKASI di Sumur A-9X (Reduksi Limbah Oli Bekas dengan Perubahan Metode Pengambilan Minyak di Sumur SLW-A9X)**

Proses lifting pada sumur A9X di lapangan Salawati sebelumnya menggunakan Gas Engine, dimana gas dialirkan dari scrubber dan gas boot menuju compressor, dan dari compressor di distribusikan menuju sumur gas sebagai gas lift. Hal ini menyebabkan proses yang dilalui lebih kompleks sehingga menimbulkan banyaknya timbulan limbah B3 Oli bekas dari tiap proses lifting. Berdasarkan permasalahan tersebut, Pertamina EP-Papua Field menginisiasi program inovasi RELOKASI di Sumur A-9X (Reduksi Limbah Oli Bekas dengan Perubahan Metode Pengambilan Minyak di Sumur SLW A9X) untuk mengurangi timbulan limbah B3 oli bekas. Inovasi ini dilakukan dengan mengubah metode lifting dengan gas lift melalui compressor, menjadi dengan Pompa Celup Elektrik. Perubahan ini membuat proses lifting menjadi lebih sederhana, dimana gas lift yang sebelumnya dialirkan menuju compressor langsung di bypass menuju gas engine, flare dan kitchen dengan menggunakan pompa celup elektrik.



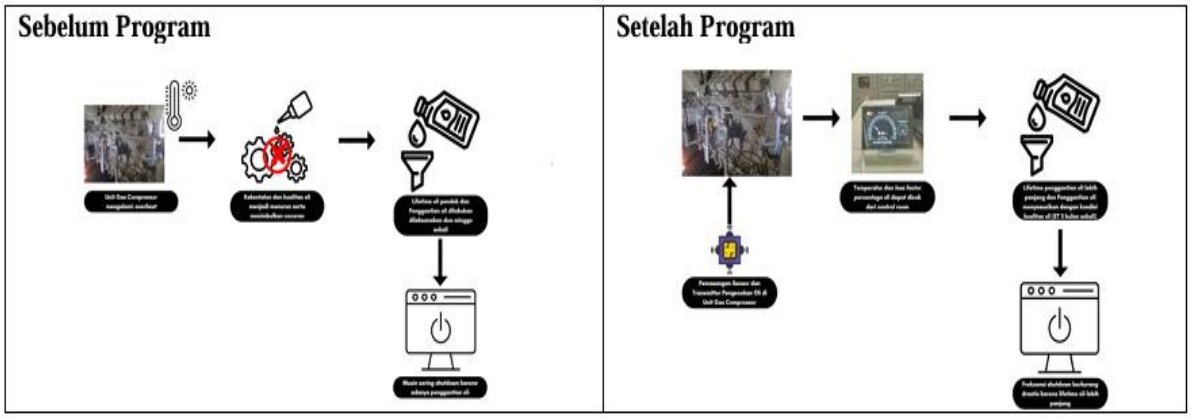
Sebelum Program

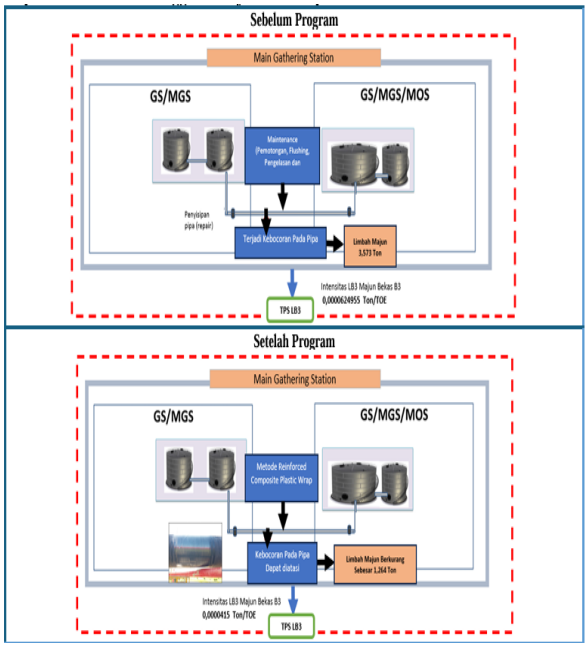


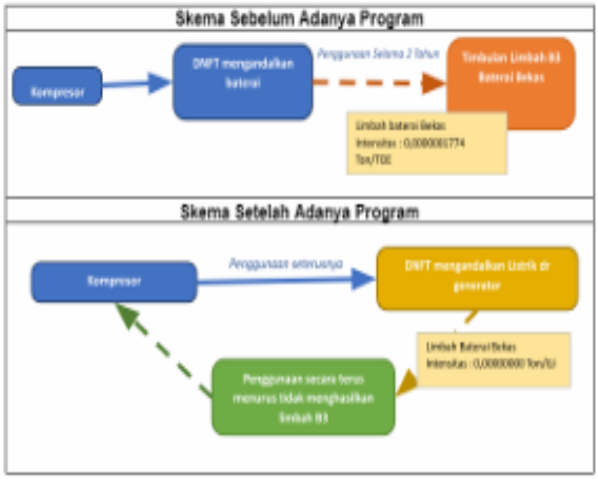
Setelah Program

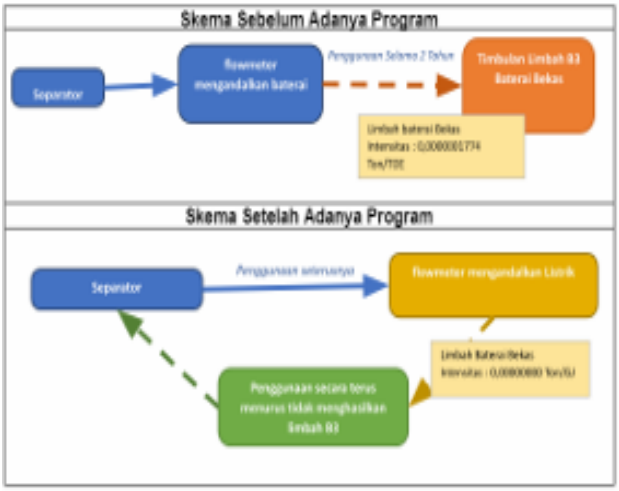
Dimana Pertamina EP-Papua Field sebagai produsen mampu mengurangi timbulan limbah B3 oli bekas

	sebanyak 14 Ton atau setara dengan penghematan biaya pengelolaan limbah B3 sebesar Rp 56.894.310, kemudian mampu menghilangkan potensi kerugian konsumen yaitu perusahan Refinery Unit (RU) sebesar Rp 948.000.000/hari akibat terganggunya proses distribusi minyak, dan supplier penyewaan pompa celup elektrik PT Prakarsadyuk sebesar Rp 42.000.000 dari penyewaan pompa. Program RELOKASI di Sumur A-9X (Reduksi Limbah Oli Bekas dengan Perubahan Metode Pengambilan Minyak di Sumur SLW-A9X) dilaksanakan di unit production well dan sumur produksi klamono yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Dalam life cycle assessment produk Minyak, unit production well dan sumur produksi klamono termasuk dalam ruang lingkup production. Pelaksanaan program ini berdampak pada Wasted Capacity, dimana terdapat pengurangan limbah B3 dengan menggunakan metode transformasi Gas Compressor menjadi Pompa Celup Elektrik.	
10	**EMP Bentu Limited**	**OilVision Monitor untuk Pelacakan Loss Faktor Percentage dan Temperatur dalam Optimalisasi Penggunaan Oli**
	OilVision Monitor adalah program yang didesain dan berfokus pada efisiensi penggunaan oli dengan monitoring yang dilakukan secara terintegrasi di control room. Alat control dipasang di dalam unit produksi dilengkapi dengan transmitter yang mengirim sinyal indeks pengecekan yang dapat dicek secara real time. Sebelum adanya program, terdapat timbulan limbah B3 oli bekas dalam jumlah besar yang dihasilkan karena penggunaan dalam skala besar. Hal ini terjadi karena seringnya proses penggantian oli di unit gas compressor. Setelah ditelusuri, terdapat loss atau kehilangan oli yang terjadi karena penguapan. Penguapan oli bekas ini terjadi karena temperatur tinggi yang tidak terkontrol serta adanya loss factor percentage yang tidak terukur dengan baik pada unit gas compressor, akibatnya periode penggantian oli menjadi sering serta tidak sesuai periode rutin. Interval disesuaikan dengan running hour yaitu oli akan diganti setiap 1500 running hour atau oli harus diganti sebanyak 6 kali dalam setahun.	

	Program OilVision Monitor untuk Pelacakan Loss Faktor Percentage dan Temperatur dalam Optimalisasi Penggunaan Oli ini memenuhi unsur kebaruan berdasarkan buku Best Practice yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2021-2023. Inovasi ini termasuk Perubahan Komponen dengan nilai tambah Layanan Produk dan klasifikasi Process Improvement. Inovasi ini terintegrasi dalam kajian LCA yang berada pada unit workshop sehingga program ini dapat mengurangi dampak global warming potential sebesar 78184 Kg CO2 ek. Dalam penerapan Life Cycle Assesment program ini masuk dalam lingkup Raw Materials dengan klasifikasi Eliminate Imports dimana dengan adanya program ini penggunaan oli lebih hemat sehingga timbulan limbah B3 juga akan berkurang. Dalam segi Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema wasted lifecycles, dimana terdapat upaya untuk melakukan pencegahan dan maintain terhadap pencegahan limbah dengan prinsip penyesuaian masukan ke sistem setara dengan tingkat regenerasi.  Dampak positif yang didapatkan oleh perusahaan adalah dapat mengurangi timbulan oli bekas. Sedangkan dampak positif yang didapatkan oleh konsumen adalah supply produk gas alam ke konsumen dapat terjaga karena tidak adanya shutdown yang menghambat proses produksi serta dampak positif untuk lingkungan adalah kondisi lingkungan dapat terjaga karena tidak adanya ceceran oli bekas dan timbulan oli bekas yang dapat membahayakan lingkungan. Value Creation dari adanya program ini yaitu dapat menurunkan limbah oli bekas (absolut) sebesar 25,23 Ton dan penghematan biaya sebesar Rp.201.803.674,- dari anggaran biaya sebesar Rp. 483.500.000,00 pada tahun 2023.	
11	**PT. Pertamina EP Asset 1 - Field Pangkalan Susu**	**Metode Reinforced Composite Plastic Wrap (RCPW)**

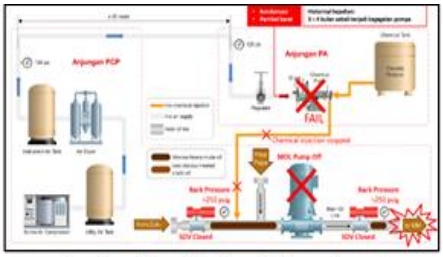
	Sebelum adanya program Pada proses crude oil lifting ke Refinery Unit menggunakan perpipaan dari Main Gathering Station (MGS) ke Single Point Mooring (SPM) di offshore. Kondisi pipa yang kurang baik dapat menyebabkan operasional crude oil lifting dapat terhambat dan menyebabkan kenaikan biaya sewa kapal dan juga keterlambatan pengiriman crude oil. Untuk melakukan maintenance pipa penyalur, digunakan metode penyisipan pipa. Dalam kegiatan maintenance ini, perlu dilakukan pemotongan pada pipa yang bocor, flushing, pengelasan kembali pada pipa sisip, serta pembersihan ceceran minyak. Proses ini menghasilkan limbah majun terkontaminasi B3.  Berdasarkan Kajian LCA, inovasi ini terletak pada unit proses Main Gathering Station dan memberikan penurunan dampak Global Warming Potential sebesar 1,24540 kg CO2eq. Serta memliki potensi perbaikan lingkungan akibat penerapan Life Cycle Assessment pada Siklus Production dengan ` 13 klasifikasi reagent hazard reduce. Kemudian dihadapkan dengan Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema Wasted lifecycle dimana dengan menggunakan metode Reinforced Composite Plastic Wrap (RCPW) mengurangi adanya rembesan pada pipa penyalur sehingga dapat mengurangi waktu maintenance dan mengurangi limbah majun bekas. Value Creation pada tahun 2024, program ini mampu mengurangi limbah majun terkontaminasi B3 (Absolut) sebesar 0,64 Ton dan penghematan biaya sebesar Rp. 45.653.437,19 dari anggaran biaya sebesar Rp. 328.494.895.
12	**Petrochina International Jabung Ltd - (Gas)**	**Pengurangan Limbah Elektronik Melalui Modifikasi Power Supply Permanen pada AG Compressor DNFT**
	Sebelum adanya program, kompresor sering digunakan dalam kegiatan seperti injeksi gas dan maintenance. Salah satu elemen penting dalam kompresor adalah sistem pelumasan yang diatur oleh Pengatur Waktu Tanpa Aliran Digital (DNFT). Dalam sistem tersebut kompresor menggunakan baterai lithium sebagai sumber dayanya. Penggunaan baterai ini memiliki beberapa tantangan, terutama terkait dengan frekuensi penggantian baterai yang rutin. Setelah adanya program, Dengan adanya modifikasi sumber daya pada DNFT, penggunaan baterai digantikan dengan listrik yang diambil langsung dari generator kompresor. Melalui modifikasi ini, sumber daya untuk DNFT menjadi lebih stabil dan berkelanjutan, menghilangkan kebutuhan akan penggantian baterai secara 11 DOKUMEN RINGKASAN KINERJA PENGELOLAAN LINGKUNGAN PETROCHINA INTERNATIONAL JABUNG LTD – AREA BETARA (GAS) 2024 rutin. Program ini tidak hanya mengurangi biaya operasional dengan menghilangkan pengeluaran untuk baterai, tetapi juga	

	berdampak positif terhadap lingkungan dengan mengurangi limbah baterai. Inovasi ini merupakan perubahan komponen dengan klasifikasi prosess improvement dimana Main Transformer dilakukan pemurnian dengan Catharis Plant yang baru untuk menghindari kebocoran saat perbaikan. Inovasi ini memenuhi unsur kebaruan belum pernah diterapkan pada sektor migas EP sejenis berdasarkan buku Best Practice 2017-2023. Program juga memberikan nilai tambah yaitu perubahan perilaku dengan adanya perubahan terhadap sumber daya menjadi Listrik dapat mengubah perilaku perusahaan dalam penanganan limbah B3. Kemudian dihadapkan dengan Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema Wasted Capacity dimana dalam pelaksanaan program ini dapat mengoptimalkan penggunaan kompresos sehingga mengurangi waktu maintenance. Value Creation yang terjadi pada tahun 2024 program ini mampu menurutnkan limbah B3 sebesar 2.5 Ton dengan penghematan yang dihasilkan sebesar Rp. 16,070,000. 1. Status 3R Limbah Padat Non B3 Data total limbah padat non B3 yang dihasilkan oleh PetroChina International Jabung, Ltd. (PC
		
13	**Petrochina International Jabung Ltd - (Minyak)**	**Pengurangan Limbah Elektronik Melalui Modifikasi Power Supply Permanen pada AG Compressor DNFT**

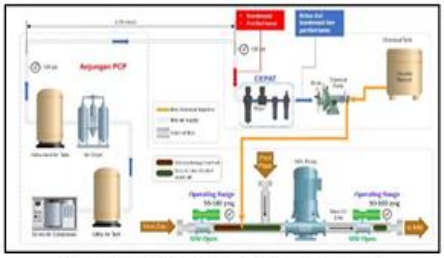
	Sebelum adanya program, pada proses produksi perusahaan penggunaan flowmeter dilakukan untuk pemantauan laju aliran fluida seperti minyak, gas, dan air di berbagai titik perusahaan. Penggunaan flowmeter memerlukan baterai sebagai sumber daya utama untuk menjalankan flowmeter, flowmeter yang dipasang diberbagai lokasi saat ini menggunakan arus DC. Flowmeter yang menggunakan baterai memerlukan pemantauan dan pemeliharaan lebih sering untuk memastikan baterai tidak habis karena penurunan daya pada baterai dapat mengganggu akurasi pengukuran. Penggantian baterai secara berkala, terutama di lokasi terpencil, memerlukan biaya tambahan untuk pengadaan baterai baru serta tenaga kerja untuk pemeliharaannya. Setelah Adanya Program, konversi flowmeter dari penggunaan baterai menjadi menggunakan listrik dapat menghilangkan ketergantungan pada baterai sekali pakai, yang sebelumnya menghasilkan limbah B3 dari baterai bekas. Flowmeter yang DOKUMEN RINGKASAN KINERJA PENGELOLAAN LINGKUNGAN PETROCHINA INTERNATIONAL JABUNG LTD – AREA GERAGAI (MINYAK) 2024 12 dioperasikan dengan listrik lebih mudah diintegrasikan dengan sistem monitoring jarak jauh dan automasi. Perubahan ini turut mengubah system arus pada flowmeter yaitu yang mengubah dari DC menjadi AC. Di mana data real-time dari flowmeter digunakan untuk mengelola produksi, mengoptimalkan output, dan mengidentifikasi masalah sejak dini.  Kemudian dihadapkan dengan Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema Wasted Capacity dimana dalam pelaksanaan program ini dapat mengoptimalkan penggunaan flowmeter sehingga mengurangi waktu maintenance. Value Creation yang terjadi pada tahun 2024 program ini mampu menurutnkan limbah B3 sebesar 0.64 Ton dengan penghematan yang dihasilkan sebesar Rp. 4,820,000.
14	**PT. Pertamina Hulu Energi - Offshore North West Java (PHE ONWJ)**	**Meningkatkan Availability Chemical Injection Pump dengan Metode CEPAT (Chemical Pump Air Supply Treatment)**
	Sebelum adanya program, masih sering terjadi unplanned shutdown karena terjadi kegagalan pompa chemical yang menyebabkan back pressure di anjungan Papa, sehingga harus dilakukannya tindakan perbaikan pada pompa, yang pada akhirnya membuat timbulan limbah bahan terkontaminasi B3 (A108d) meningkat. Penyebab kegagalan pompa adalah kualitas pasokan udara yang di luar standar dimana temperature Dew Point 19,9oC dan nilai humidity sebesar 16,5 g/m3 dari yang seharusnya nilai standar minimum temperature Dew Point 10°C dan nilai minimum humidity 10 g/m3. Hal tersebut dapat menimbulkan uap air yang mengakibatkan korosi pada pompa viscosity reducer yang menyebabkan kerusakan pompa seperti: drive pin aus, membran bocor, dan bearing berkarat, serta membuat availability pompa selama setahun hanya sebesar 95% dengan jumlah perbaikan pompa 4 kali dalam setahun.	

Setelah adanya program inovasi, dilakukan perubahan metode dengan penambahan proses pengolahan awal pasokan udara atau CEPAT (Chemical Pump Air Supply Treatment). CEPAT sendiri terdiri dari beberapa komponen seperti 2 buah regulator yang berfungsi menurunkan tekanan bertingkat dari 70 psig menjadi 30 psig, 2 buah filter yang berfungsi menangkap partikel karat dan mengurangi efek kondensasi udara, serta lubricator untuk mengurangi gesekan dengan internal pipa dan pompa. Perubahan tersebut membuat kualitas pasokan udara yang masuk ke dalam pompa telah berada di bawah minimum standar yakni di temperature Dew Point 7oC dan nilai humidity sebesar 7,3 g/m3, serta nilai availability pompa menjadi 99,8% dan menurunakan jumlah perbaikan pompa menjadi 1 kali dalam setahun.

Upaya penambahan metode CEPAT tersebut berdampak pada waste lifecycles (lifecycle service to repair) yang mana dapat mengurangi timbulan limbah bahan terkontaminasi B3 dan mengurangi kegagalan pompa yang mengakibatkan back pressure hingga unplanned shutdown. Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah pengurangan limbah B3 pada tahun 2023 sebesar 0,821 ton yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 2.545.410,-. Nilai tambah program inovasi ini berupa Perubahan Rantai Nilai (Value Chain Optimization) yang memberikan keuntungan pada perusahaan/produsen, konsumen, supplier, sebagai berikut:

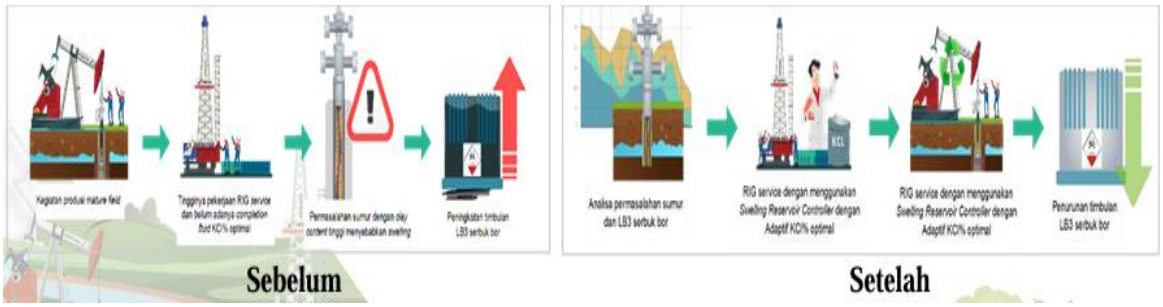


Gambar 13a. Sebelum Adanya Inovasi



Gambar 13b. Setelah Adanya Inovasi

15	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Donggi Matindok**	**Menurunkan Limbah Kemasan Antifoam dengan Alat ACAR (Adsorption Carbon Active Removal Hydrocarbon)**
	Dalam proses produksinya, PT Pertamina EP Donggi Matindok Field memiliki unit pengolahan acid gas berupa H2S yang merupakan hasil dari AGRU (Acid Gas Removal Unit). Pada unit ini muncul permasalahan terkait dengan tingginya kontaminasi hidrokarbon dalam lean amine solvent. Akumulasi kontaminan hidrokarbon tersebut menyebabkan terjadinya foaming yang berulang di unit AGRU. Foaming ini berdampak pada peningkatan penggunaan bahan kimia seperti surfaktan (antifoam) yang berlebihan, hingga pada akhirnya meningkatkan volume limbah bahan berbahaya dan beracun (LB3) dari kemasan antifoam. Selain itu, foaming juga menyebabkan kerugian produksi gas dan menurunkan efektivitas lean amine dalam menyerap H_2S dan CO_2. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan program inovasi berupa alat ACAR (Adsorption Carbon Active Removal Hydrocarbon) yang berfungsi untuk menghilangkan kontaminasi hidrokarbon terlarut di lean amine solvent. **Gambar 11. Skema *Before After* Inovasi** Inovasi ini memberikan manfaat bagi Perusahaan dengan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa penurunan timbulan limbah B3. Pada tahun 2023, nilai absolut program ACAR ini sebesar 2,325 Ton dengan penghematan biaya sebesar Rp 121.045.650,-. Nilai tambah bagi supplier yaitu PT Usaha Saudara Mandiri dengan memperoleh keuntungan sebesar Rp 2.968.707.000,- dari jasa fabrikasi dan konstruksi pipeline & piping alat ACAR dalam proses produksi perusahaan. Adanya program ini juga memberikan keuntungan bagi konsumen pada peningkatan kualitas produk dan efisiensi operasional perusahaan yang berkontribusi terhadap stabilitas pasokan serta kualitas layanan yang lebih baik. Pengurangan masalah foaming dan optimalisasi operasional unit AGRU juga mengurangi emisi gas buang seperti CO_2 dan SO_2 yang berkontribusi pada perbaikan kualitas udara di sekitar fasilitas. Selain itu, berdasarkan hasil laporan kajian Life Cycle Assessment (LCA) tahun 2023, unit AGRU dan hazardous waste treathment juga termasuk dalam ruang lingkup kajian pada proses gate.	
16	**PT Pertamina EP Asset 1 - Field Rantau**	**Program Swelling Reservoir Controller dengan Adaptif KCl merupakan penentuan konsentrasi material chemical yang optimal dan kompatibel pada pekerjaan RIG service (completion fluid).**
	Sebelum program Reservoir bertekanan rendah menghadapi masalah pasir rontok dan penggunaan completion fluid yang tidak kompatibel dengan formasi batuan, khususnya di lapangan Rantau yang memiliki clay content tinggi. Masalah ini menyebabkan pasir ikut terproduksi, menurunkan efisiensi pompa, dan meningkatkan frekuensi sumur off, serta meningkatkan timbulan limbah B3 (serbuk bor). Setelah program Program ini dilakukan dengan modifikasi konsentrasi KCl, penambahan KCl optimal dalam completion fluid saat pekerjaan well service untuk mencegah terjadinya swelling pada formasi. Implementasi completion fluid dengan KCl 7% menunjukkan dampak perbaikan yaitu mengurangi masalah kepasiran yang berdampak peningkatan lifetime operasional sumur, meningkatkan performa dan gain produksi sumur, serta mengurangi timbulan limbah B3 serbuk bor. Program ini berada di unit wellhead yang masuk ruang lingkup kajian LCA 2023, dengan ruang lingkup Production.	

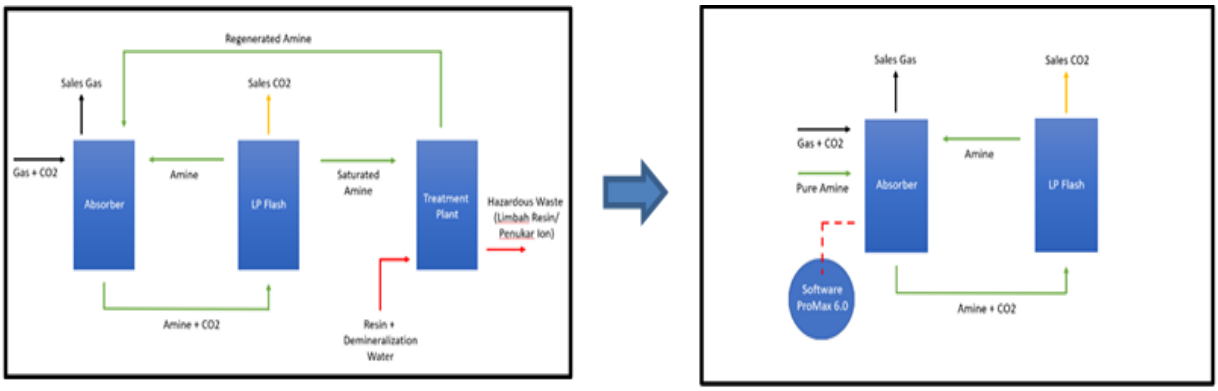


Penurunan timbulan limbah B3 serbuk bor sebesar 654,122 Ton setara penghematan Rp1.363.844.370,00, peningkatan running hour menjadi 48.096,05 periode 2023, dan penyelamatan LPO. Bagi Pihak Ketiga: Keuntungan study pengujian minyak dan gas dengan LEMIGAS dengan biaya Rp15.000.000,00 – Rp30.000.000,00 per job. cost untuk KCl 60 bag sebesar Rp270.000.000,00 dan zero accident. Bagi Konsumen Peningkatan kualitas crude oil yaitu kualitas produk sangat baik dengan pengotor %Vol BS&W jauh dibawah batas maksimal RU-IV.

17	**PT Pertamina EP Asset 3 - Field Subang**	**“Pengurangan Limbah Resin (B106d) dengan Metode Pengaturan Rasio Amine Solvent Menggunakan Simulasi Software ProMax 6.0 pada Proses Pemurnian CO2**

PT Pertamina EP Subang Field memiliki salah satu fasilitas produksi yaitu Pemurnian CO2 di Stasiun Pengumpul Subang (SP SBG), dimana gas yang semula mengandung impurities CO2 hingga ~25%mol harus disesuaikan dengan spesifikasi konsumen yaitu dibawah 8% mol. Proses pemurnian CO2 melibatkan bahan kimia berupa amine solvent yang berperan dalam mengikat CO2 pada unit bernama absorber. Amine solvent selanjutnya dipisahkan lagi dengan CO2 pada unit LP Flash, agar amine solvent dapat digunakan kembali untuk mengikat CO2. Proses penggunaan kembali amine solvent dilakukan hingga amine solvent jenuh dengan waktu rata-rata setelah 1 bulan. Amine solvent perlu dilakukan regenerasi untuk meningkatkan kualitasnya dengan cara direaksikan dengan reagent bernama resin dan air demineralisasi. Namun metode regenerasi ini menimbulkan masalah baru yaitu timbulan limbah resin yang termasuk ke dalam kategori limbah B3. Berangkat dari permasalahan tersebut, PT Pertamina EP Field Subang mengadirkan program Pengaturan Rasio Amine Solvent menggunakan Software ProMax 6.0.

Rasio hasil simulasi software ProMax 6.0 adalah perbandingan antara konsentrasi amine solvent yang masih terkandung dalam absorber, dengan konsentrasi amine solvent murni yang perlu ditambahkan, sehingga melalui inovasi metode ini proses regenerasi hanya dilakukan dengan cara menambahkan amine solvent murni berdasarkan rasio yang ditentukan dari hasil simulasi. Inovasi pengaturan rasio amine solvent ini dapat menggantikan proses regenerasi menggunakan bantuan resin sehingga dapat mengurangi timbulan limbah B3 sebesar 5 ton dengan penghematan sebesar Rp 7.500.000,00 pada tahun 2024.



Gambar 12. *Before-after* Penerapan Inovasi Pengaturan Rasio *Amine Solvent* dengan Software ProMax 6.0

Keuntungan bagi lingkungan yaitu adanya pengurangan timbulan limbah B3 sebesar 5 ton per tahun. Program inovasi ini diaplikasikan pada unit proses CO2 Removal Plant SP SBG yang merupakan salah satu unit proses yang dianalisis pada kajian Life Cycle Assessment perusahaan tahun 2023. Hal ini bertujuan agar perusahaan dapat mengidentifikasi peluang untuk mengurangi dampak lingkungan dari daur hidup produk minyak dan gas, khususnya pada ruang lingkup Production dalam bentuk kegiatan reagent hazard reduced. Inovasi pengaturan rasio amine solvent dengan software ProMax 6.0 ini merupakan salah satu contoh dari Lifecycle services to repair, sehingga program inovasi ini termasuk ke dalam salah satu karakteristik Wasted Lifecycles sebagai bentuk penerapan Circular Business Model.

18	**PT Pertamina EP Asset 3 - Field Tambun**	**Program Modifikasi Baterai Semi Permanent Power Supply Fix Gas Detector (FGD)**

operasional eksplorasi minyak dan gas PT Pertamina EP Tambun Field memiliki risiko tinggi terhadap kebakaran akibat pelepasan gas yang tidak terdeteksi karena sifat gas yang tidak berbau dan tidak berwarna. Untuk mengatasi ini, Fix Gas Detector (FGD) dipasang di seluruh area fasilitas produksi guna mendeteksi gas berbahaya dan meminimalkan risiko. Meski efektif, penggunaan FGD menimbulkan masalah berupa limbah B3 dari baterai bekas, yang meningkat seiring banyaknya jumlah FGD dan masa pakai baterai yang singkat, berdampak pada peningkatan limbah B3 perusahaan.

Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi, penggunaan baterai sekali pakai pada FGD membebani perusahaan karena masa pakai yang singkat, sering memerlukan penggantian, dan meningkatkan risiko kegagalan sistem yang dapat mengancam keamanan produksi. Untuk meningkatkan efisiensi, perusahaan memodifikasi baterai FGD dengan semi-permanent power supply guna memperpanjang masa pakai, mengurangi frekuensi penggantian, dan menurunkan limbah B3. Inovasi ini bertujuan mengurangi dampak lingkungan dari limbah baterai bekas sekaligus meningkatkan produktivitas perusahaan.

Program inovasi modifikasi baterai semi-permanent power supply pada Fix Gas Detector (FGD) mengakibatkan perubahan komponen, di mana baterai sekali pakai digantikan dengan baterai recharging yang memiliki masa pakai lebih panjang. Nilai tambah inovasi berupa rantai nilai pada perubahan daur 12 hidup baterai dari sekali pakai menjadi semi-permanen, dengan keuntungan pada produsen/perusahaan, perusahaan mengurangi limbah B3 baterai bekas, menghemat biaya pembelian baterai sekali pakai, dan mengurangi waktu penggantian baterai. Pada konsumen, perusahaan meningkatkan pelayanan kepada konsumen dengan meningkatkan keamanan dalam proses produksi, sehingga produktivitas meningkat tanpa hambatan. Pada supplier, mendapatkan dampak positif secara finansial karena potensi insiden di perusahaan telah berhasil dihindari, sehingga tidak mengganggu kegiatan mereka.

19	**PT Pertamina Hulu Energi - West Madura Offshore (PHE WMO)**	**NING ENDANG PAK DE SENGKUNI (Meningkatkan Kehandalan Gas Turbine Compressor (GTC) menggunakan "METODE SENGKUNI" di PPP)**

Produsen/Perusahaan: meningkatkan kehandalan dari GTC serta menjaga keberlanjutan dari proses produksi serta membantu dalam memenuhi capaian Key Performance Indocator (KPI) produksi perusahaan yang berdampak pada meningkatnya pendapatan perusahaan, meningkatkan produksi gas sebesar 0,5 MMSCFD dan minyak sebesar 94 BOPD atau setara dengan Rp85 miliar/tahun, menghemat kebutuhan operasional dan maintenance sebesar Rp 43 miliar/tahun serta penghematan biaya dari perawatan, transportasi pengangkutan limbah B3 dan pengolahan limbah B3 oleh PT PPLI sebesar Rp802.047.

Gambar 12 Before After Inovasi Limbah B3

Supplier (vendor): PT Zeus Kimiatama Indonesia yang merupakan vendor pihak ketiga penyedia bahan kimia dan PT Indoturbine yang merupakan vendor pihak ketiga berperan dalam menjaga performa dari GTC serta suplier dari komponen fast moving merasakan dampak positif dengan adanya inovasi ini yaitu mencegah terjadinya kerugian waktu dan biaya yang disebabkan keterikatan dengan pekerjaan dengan pembayaran per-WO (work order).

	Konsumen: PJB; Petrokimia Gresik dan PGN adalah kebutuhan suplai gas dari PHE WMO yang selalu terjaga dengan pencegahan loss production yang berdampak pada keberlangsungan proses bisnis perusahaan. Pembuangan Akhir Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa pengurangan timbulan limbah oli bekas pada tahun 2024 sebesar 0,00206 ton yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 802.047. Telah terintegrasi dengan Kajian Life Cycle Assesment (LCA) PHE WMO Tahun 2022.	
20	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Sangasanga**	**Inovasi Perangkat Pengambilan Sampel Fluida Dari Sumur Produksi Minyak**

Sebelum adanya program, pada proses quality control oil lifting dilakukan pengecekan kadar oil dan kadar air. Pengecekan dilakukan dengan membuka valve pada trunkline, pembukaan valve pada oil lifting sering kali menyebabkan semburan produk karena tekanan pada trunkline menjadi besar. Akibat dari tekanan yang besar, fluida yang ada didalamnya terjadi blowout. Untuk membersihkan ceceran minyak pada tanah dilakukan pengelapan menggunakan wypall, hal ini menyebabkan timbulan LB3 dari wypall menjadi meningkat.

Gambar 15. Skema Sebelum Program

Gambar 16. Skema Setelah Program

Setelah adanya program, dilakukan fabrikasi perangkat pengambilan sampel fluida dari sumur produksi minyak untuk keperluan quality control dalam pengecekan kadar air dan kadar minyak pada produk. Pengambilan sampel fluida sumur produksi dilakukan dengan menampung cairan pada box cellar. Selain sebagai penampung produk sementara, box cellar juga sebagai pelepas tekan untuk mengurangi tekanan saat valve dibuka, hal ini dapat mencegah kondisi blowout dan mengeliminasi ceceran minyak pada tanah permukaan. Kondisi ini memberikan dampak mengurangi penggunaan wypall saat proses quality control pada oil lifting. Inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor Migas EP atau Menurut Best Practice 2019-2023 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan belum pernah diimplementasikan di sektor Migas EP. Program Perangkat Pengambilan Sampel Fluida Dari Sumur Produksi Minyak pada PT.

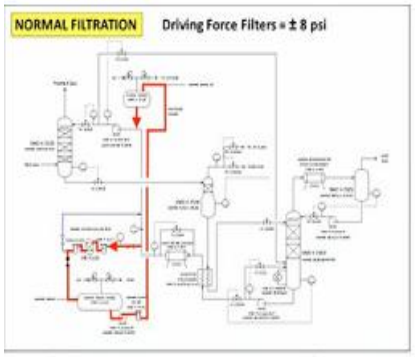
Pertamina EP Asset 5 - Field Sangasanga telah berhasil mengurangi Limbah B3 Majun Bekas dari proses produksi. Menghasilkan total penghematan biaya pada tahun 2023 sebesar Rp 1.245.129,- terdiri dari penghematan biaya pengangkutan Limbah B3 sebesar Rp 402.902,- dan penghematan biaya pengolahan Limbah B3 sebesar Rp 842.227 dengan anggaran biaya program sebesar Rp 5.000.000. Program ini berdampak pada perubahan sub-sistem dengan kualifikasi Value Chain Optimization dimana terdapat perubahan kegiatan pengambilan sampel fluida pada sumur produksi. Dengan perangkat pengambilan sampel fluida dari sumur produksi minyak, dapat mengurangi mengurangi timbulan limbah B3 akibat terjadinya oil spill akibat ceceran limbah saat pengambilan sampel pada sumur produksi.

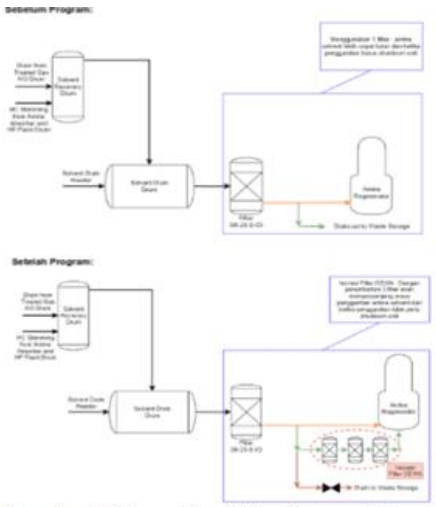
21	**Premier Oil Natuna Sea B.V.**	**PENINGKATAN PERFORMA COMPRESSOR DENGAN METODE INJEKSI KIMIA UNTUK PENGURANGAN MINYAK PELUMAS**

Sebelum dilakukan program inovasi, unit Gas Turbine Compressor (GTC) di Anjungan Anoa dan Anjungan Gajah Baru sudah berusia lebih dari 20 tahun. Dikarenakan masa penggunaan unit yang sudah cukup lama, frekuensi maintenance menjadi semakin tinggi setiap tahunnya. Salah satu kegiatan pada proses maintenance adalah lubrikasi atau pemberian pelumas sebagai poin penting untuk memastikan kinerja unit lebih efisien. Dengan meningkatnya frekuensi perawatan unit GTC, terdapat peningkatan timbulan limbah B3 kode B105d yaitu minyak pelumas. Sehingga dilakukan peningkatan performa compressor untuk mengurangi frekuensi maintenance dan timbulan minyak pelumas.

Gambar 6.2 Peningkatan Performa *Compressor* dengan Metode Injeksi Kimia untuk Pengurangan Minyak Pelumas

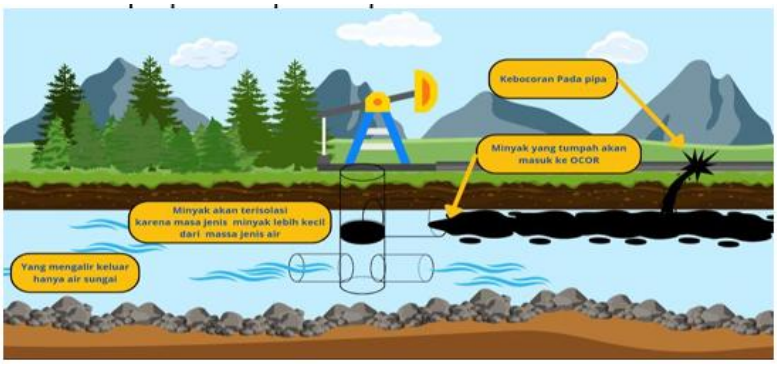
Setelah dilakukan program inovasi, kebutuhan maintenance unit GTC dapat dikurangi karena injeksi yang dilakukan bertujuan untuk mengurangi friksi dengan Metode Injeksi Kimia untuk Pengurangan Minyak Pelumas sehingga memperpanjang masa pakai komponen utama. Program ini dilaksanakan di unit hazardous waste treatment yang telah masuk ruang 14 15 lingkup kajian LCA tahun 2024. Dalam life cycle assessment produk natural gas dan minyak, unit tersebut termasuk dalam ruang lingkup Production. Pada tahun 2023, terjadi penurunan limbah B3 minyak pelumas sebesar 11,61 ton yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 87.052.500,-.

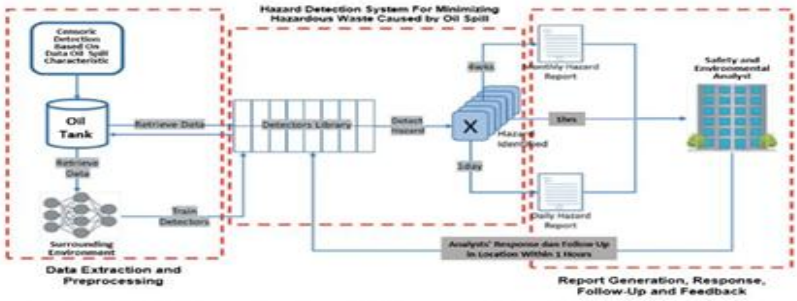
22	**JOB Pertamina - Medco E&P Tomori Sulawesi**	**Amine Paling Serius (Amine Re-route pada Amine Drain Vessel dengan Mengatur Laju Driving Force Filter)**
	Program ini merupakan Inovasi Perubahan Komponen, dimana terdapat perubahan sirkulasi pada circulation amine system. Dalam ruang lingkup life cycle assessment tahun 2024, unit AGRU termasuk dalam ruang lingkup Proses Gate Production. Amine Paling Serius dalam fase produksi relevan dengan prinsip atom economy. Prinsip atom economy mene kankan pada e siensi penggunaan bahan baku dalam suatu proses untuk meminimalkan limbah.  Gambar 12. Program Amine Paling Serius Value creation yang dihasilkan dari program ini adalah berupa perubahan rantai nilai (value chain optimization). Bagi perusahaan sebagai produsen, didapat nilai penghematan penanganan limbah lter bekas sebesar Rp178.874.304. Dari sisi konsumen, program Amine Paling Serius memastikan konsumen mendapatkan pasokan sales gas dengan spesi kasi gas yang memenuhi perjanjian jual beli gas. Dari sisi lingkungan, inovasi ini dapat menurunkan timbulan limbah lter bekas sebesar 1,008 ton.	
23	**PT Pertamina Hulu Energi - Jambi Merang**	**Mengoptimalkan Amine Loss pada Amine System dengan Menggunakan FILTRASI DEWA**
	Sebelum adanya program, ketika terjadi akumulasi pengotor pada amine system, akan dilakukan drain out/ pembuangan limbah amine untuk mencegah gangguan operasional pada Acid Gas Removal Unit. Selain itu, penggantian fluida amine yang dilakukan secara rutin sebesar 29.000 L per tahun, menghasilkan LB3 sebesar 0,11 ton per tahun. Pada saat proses penggantian fluida amine dengan yang baru juga terdapat beberapa kendala, seperti: peningkatan biaya pengadaan fluida amine, proses pengadaan dan pengiriman material yang terhitung cukup lama, peningkatan biaya pengelolaan LB3, serta membutuhkan shutdown produksi selama 7 hari saat penggantian amine yang berpotensi pada penurunan hasil produksi gas.	

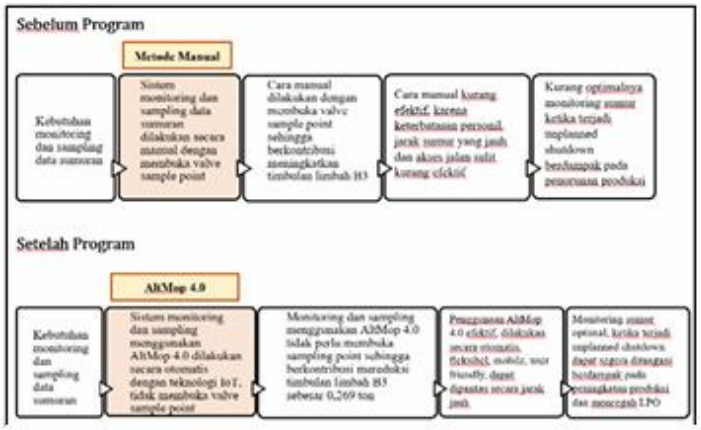


Gambar 14. Skema Perubahan Program Filtrasi DEWA

Setelah adanya program inovasi, dilakukan modifikasi pada amine system dengan menggunakan filtrasi DEWA (Demine Water). Modifikasi dilakukan dengan penambahan 3 filter berukuran 10, 5, dan 2 micron yang bertujuan untuk melakukan proses filtrasi secara berkelanjutan, sehingga pembersihan amine solvent dapat berjalan lebih optimal. Amine solvent hasil filtrasi DEWA selanjutnya dapat diresirkulasi kembali ke amine system. Adanya penambahan filtrasi DEWA ini, juga dapat meniadakan proses shutdown saat penggantian fluida amine, sehingga dapat mengurangi loss production dan tentunya kualitas kandungan CO2 dalam produk gas masih tetap terjaga sesuai dengan spesifikasi perjanjian jual beli. Upaya modifikasi filter dalam amine system tersebut berdampak pada wasted lifecycles (lifecycle to repair), dimana penerapan program ini dapat memperpanjang lifetime amine solvent.

24	**PT. Pertamina EP Asset 1 - Field Ramba**	**Oil Catcher For Oil Recovery (OCOR) dalam minimisasi Limbah B3**
	Program inovasi OCOR merupakan upaya mengurangi terjadinya timbulan limbah B3 saat terjadi kebocoran pipa. Program inovasi ini muncul karena adanya kebocoran pipa minyak di dekat badan air sehingga minyak ikut tercampur air dan area yang tercemar menjadi semakin luas. Apabila langkah biasa yang digunakan adalah menahan minyak dengan snake boom namun penggunaan snake boom tidak dapat mengisolasi minyak dengan optimal sehingga apabila aliran air pada badan air menjadi lebih deras bepotensi minyak akan ikut terbawa. Hal tersebut akan mengakibatkan pencemaran air menjadi lebih luas hingga bahkan akan berdampak pada warga sekitar.  	
	Nilai tambah terhadap masyarakat sekitar adalah tidak mengalami kerugian material dan immaterial akibat pencemaran lingkungan kebocoran oil spill di lahan masyarakat terdekat, Perbaikan Lingkungan yang dihasilkan adalah pengurangan timbulan limbah B3 sebesar 2.45 ton pada tahun. Pengurangan timbulan limbah ini setara penghematan biaya sebesar Rp 7.106.850,- pada tahun 2023. Kegiatan ini belum pernah dilakukan pada industry hulu migas sehingga dapat dikategorikan sebagai unsur kebaruan dan belum terdapat dalam buku Best Practice PROPER tahun 2019 sampai dengan 2023. Dokumen lengkap inovasi terdapat pada lampiran Laporan Inovasi PLB3 2024 OCOR	

25	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Adera**	**Hazard Detection System For Minimizing Hazardous Waste Using Colour Sensor CCTV Focusing Sebelum Program Sesudah Program Area**
	Program ini bekerja dengan sistem pendeteksi bahaya pada tangki minyak bumi pada level ketinggian tertentu (bird eye view) menggunakan sistem sensor warna dengan CCTV Focusing Area di area sekitar bundwall tangki minyak bumi sehingga dapat membaca apabila terjadi ceceran minyak meski hanya setetes. Program ini memiliki unsur kebaruan yang belum ada dalam daftar buku Best Practice dan Inovasi Industri PROPER 2020, 2021, 2022, dan 2023. *Sebelum Program* *Sesudah Program*  *Gambar 12. Sebelum dan Sesudah Program Hazard Detection System* Bagi Konsumen, Semakin meningkatnya produksi crude oil maka berdampak pada semakin meningkatnya supply crude oil ke refinery unit untuk diolah lebih lanjut sehingga dapat digunakan oleh Masyarakat dengan nilai keuntungan setara Rp. 823.991.469. Bagi Supplier, terdapat peningkatan supply demand bagi supplier alat colour sensor cctv focusing area sebagai bahan utama pembuatan Hazard Detection System seharga Rp. 8.848.000 dan pihak ketiga software engineer yang menghubungkan dengan sistem IoT seharga Rp. 8.000.000. Bagi Produsen atau Perusahaan, dapat meningkatkan hasil produksi crude oil dan mengurangi timbulan limbah B3. Penghematan biaya yang diperoleh dari implementasi inovasi ini sebesar Rp. 195.220.000 per tahun dari biaya pengelolaan limbah B3.	
26	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Limau**	**AltMop 4.0**
	Inovasi AltMop 4.0 muncul karena monitoring dan analisa data parameter sumur (pressure, flow, temperature) masih dilakukan secara manual sehingga kurang efektif dan efisien. Pengecekan secara manual dilakukan dengan membuka valve sampel point pada flow line. Jika valve sample point dibuka dan sumur dalam kondisi beroperasi maka fluida akan mengalir dan ditampung dalam bak penampungan (bak cellar). Fluida ini mengandung air terproduksi, minyak, dan sludge oil, manual daily checking oleh operator meningkatkan timbulan limbah B3. Berdasarkan hal tersebut dilakukan sebuah terobosan baru dengan cara merubah subsistem (Value chain optimization) dengan membuat alat inovasi AltMop 4.0 yang merupakan alat analisis data parameter sumur berbasis teknologi Internet of Things (IoT), yang dilakukan secara otomatis tanpa membuka valve sample point sehingga tidak ada sludge oil (Limbah B3) yang mengalir, berdampak pada perbaikan lingkungan berupa reduksi timbulan limbah B3 sludge oil sebesar 0,269 ton pada tahun 2024.	



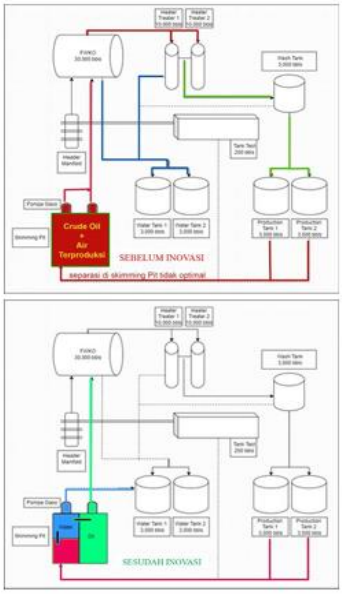
Gambar 12. *Before – After* Implementasi AltMop 4.0

Manfaat untuk konsumen peningkatan produksi dari PT Pertamina EP Limau Field ke PT Kilang Pertamina International RU III Plaju yang merupakan titik akhir serah terima crude oil dari Limau Field / konsumen, dan hasil analisa data sumuran yang representatif dapat menguntungkan konsumen untuk memilih proses pengolahan yang sesuai dengan jenis minyak sehingga tidak menambah rangkaian proses produksi. Manfaat bagi supplier berupa pendapatan tambahan untuk sebagai pemasok material. Program ini merupakan program yang berjalan pada unit yang telah dikaji dalam batasan LCA-Cradle to Grave. Unit tersebut adalah unit wellhead yang merupakan hotspot dampak GWP.

27	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Pendopo**	**LESGO (Less Sludge More Oil)**

Inovasi ini didasari permasalahan tingginya fluida yang belum terseparasi di skimming pit yang akan direcovery menuju sistem separasi SPU 3 Benakat Barat. Hasil separasi yang kurang maksimal menyebabkan timbulnya residu berupa sludge oil. Inisiatif perusahaan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan mengoptimalkan proses separasi di pit recovery produksi gross, sehingga meningkatkan produksi dan menurunan timbulan LB3 serta meringkan kerja engine dalam bentuk perubahan alur dalam sistem produksi di SPU 3 Benakat Barat. Dengan mengoptimalkan sistem separasi di skimming pit, maka sludge oil berkurang secara signifikan. Program LESGO berdampak pada perubahan sub sistem dimana terjadi perubahan alur proses yang dilakukan perusahaan dan perubahan ini memberikan keuntungan ke produsen, konsumen dan supplier. Sebelum adanya program, separasi fluida gross tidak optimal, sehingga timbulan limbah B3 sludge oil tinggi.

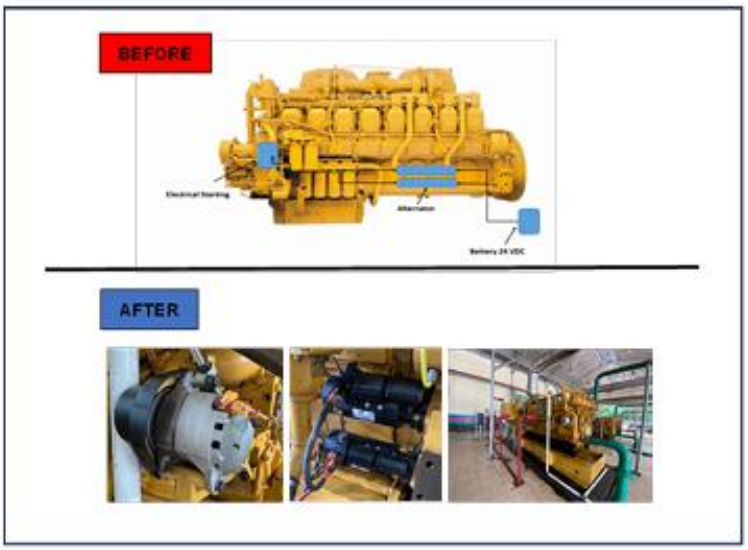
Setelah adanya program, proses separasi fluida gross di skimming pit lebih optimal dan timbulan sludge oil menurun. LESGO di Pendopo Field termasuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024 dalam ruang lingkup Production. Inovasi ini memperbaiki lingkungan dengan menerapkan Reagent Hazards Reduced yang menghasilkan dampak kategori Waste Embedded Value (Energy Recovery). Perbaikan lingkungan yang dihasilkan adalah berupa penurunan Slude Oil sebesar 499,208 ton pada tahun 2023 dan penghematan sebesar Rp1.213.978.400. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa perubahan rantai nilai dan keuntungan yang diperoleh dari program adalah bagi perusahaan adalah penghematan anggaran pada tahun 2023 sebesar Rp1.213.978.400. Bagi masyarakat adalah menjamin Pengurangan LB3 juga berarti mengurangi emisi dari LB3 sebesar 1.830,43 Ton CO2eq, masyarakat terhindar dari risiko paparan pencemaran dan bahan beracun.



Gambar 12. Aplikasi sebelum dan sesudah dari inovasi LESGO

28	**PT Pertamina EP Asset 2 - Field Prabumulih**	**Optimasi Electric Starter Engine Generator di Power Plant Talang Jimar**

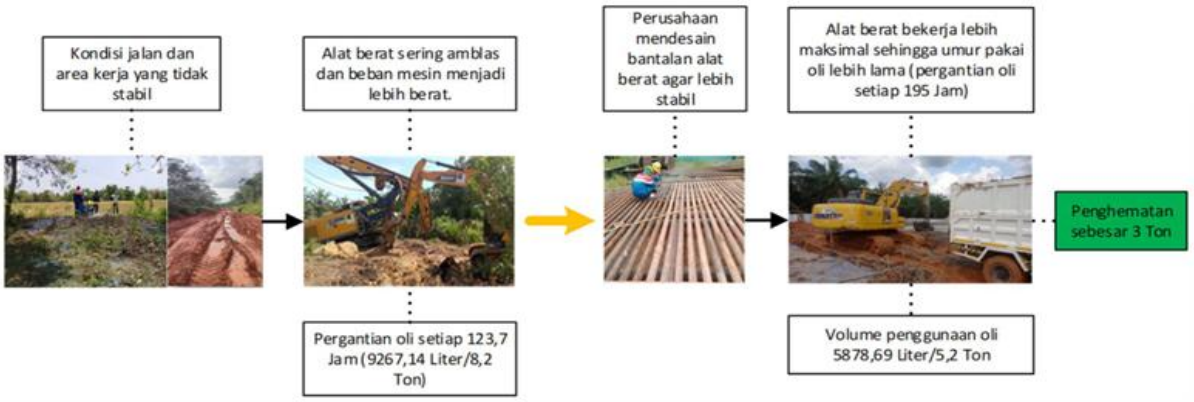
teknologi baru yang belum pernah dilakukan di sektor migas EP dan tidak terdapat pada buku Best Practice dan Inovasi Industri Migas EP PROPER 2020-2023. Salah satu faktor penyebab meningkatnya timbulan limbah B3 di Power Plant adalah terjadinya meningkatnya pelumas bekas dari kerusakan air compressor yang menjadi timbulnya limbah B3 pada inlet valve. Hal tersebut terjadi akibat pengoperasian Gas Engine Generator yang masih menggunakan sistem manual dan membutuhkan waktu yang cukup lama dalam proses pengoperasian jika terjadi unplanned blackout. Selain itu diakibatkan oleh kerusakan pada gear pinion yang ada pada air starting package pada gas engine generator dan kebocoran yang terjadi pada pressure vessel yang ada di Power Plant Talang Jimar. Program ini bertujuan untuk mengurangi timbulaan pelumas bekas dengan menggunakan alat yang dimodifikasi dengan prinsip kerja electric starter engine sebagai starter engine dari gas engine generator. Jobi Triananda Direktur Utama PT SUCOFINDO Sehingga gas engine generator dapat dioperasikan secara optimal. Inovasi ini mampu melakukan total penghematan sebesar Rp 17.272.500 pada tahun 2023 dari hasil penjumlahan penghematan pada jenis limbah B3 pelumas bekas.



Keuntungan bagi supplier dapat mengurangi kerusakan air starting system dan kerusakan pada air compressor karena dilakukan maintenance secara berkala, terhindar dari kebisingan pada saat starting engine untuk pekerja di sekitar lokasi, dan pengoprasian menggunakan toggle switch di emcp sehingga memudahkan operasional operator. Keuntungan bagi perusahaan/produsen menurunkan timbulan Limbah B3 Pelumas Bekas sebesar 7,35ton yang dihasilkan dari kerusakan air starting system dan kerusakan air compressor, mengurangi LPO (Loss Production Oppurtunity) dengan mempercepat waktu unplanned shutdown, menjaga kuantitas crude oil yang dikirimkan ke konsumen. Dokumen inovasi Optimasi Electric Starter Engine Generator di Power Plant Talang Jimar secara lengkap terdapat pada lampiran G.

29	**PT. Pertamina Hulu Energi - Ogan Komering**	**Tubing bekas untuk memperpanjang umur pakai oli di alat berat**

Permasalahan awal yang dihadapi perusahaan dalam pelaksanaan pekerjaan yang membutuhkan alat berat adalah labilnya tanah di sebagian besar wilayah operasional PHE OK yang membuat alat berat sering amblas dan mengakibatkan beban kerja mesin menjadi berat karena memerlukan tenaga berlebih untuk menjalankan mesin. akibatnya perputaran oli mesin menjadi berat sehingga mengakibatkan oli mesin menjadi cepat jenuh dan harus sering diganti. Sebelum penerapan inovasi ini, alat berat yang beroperasi di PHE OK sering mengalami frekuensi pergantian oli yang sporadis. Hal ini dikarenakan labilnya tekstur tanah di hampir semua wilayah operasional.



Perubahan yang dilakukan dari sistem lama adalah bahwa sebelum adanya inovasi maka alat berat harus ganti oli saat baru berjalan selama 123,7 jam. Setelah berjalannya program inovasi ini pergantian oli baru dilakukan setelah setiap 195 jam. Hal ini membuat inovasi ini bisa mengurangi timbulan limbah oli bekas. Program ini telah masuk ke dalam ruang lingkup kajian LCA 2024 pada unit proses Well intervention dan Well Service dalam bagian hulu pada batasan sistem LCA.

30	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Bunyu**	**OPEN 54 (Optimasi Penggunaan 5 Engine menjadi 4 Engine dengan Metode Schedule Running Hours)**

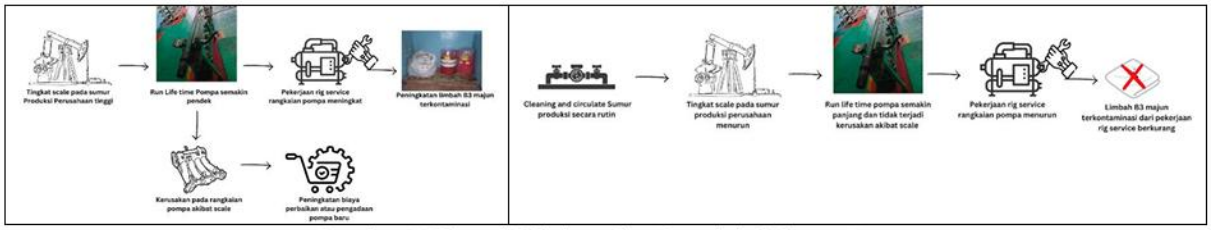
Limbah B3 dominan yang dihasilkan oleh PT Pertamina EP Bunyu Field yaitu pelumas bekas yang berasal dari perawatan engine di PLTG. Penggantian pelumas pada Engine di PLTG dilakukan setiap running hours 1000 jam pada 5 engine yang membutuhkan waktu perawatan 3-4 hari yang dilakukan oleh 1-2 orang pekerja dimana 1 engine dapat menghasilkan pelumas bekas sebesar 4,38 Ton/Tahun. Hal tersebut dapat menyebabkan tingginya biaya pengelolaan Limbah B3 oleh Pihak Ketiga dan potensi pencemaran lingkungan akibat adanya potensi kebocoran Limbah B3 pada saat pengangkutan di laut maupun di darat. Asal usul ide inovasi berasal dari Perusahaan pada saat pengoperasian Engine di PLTG dimana timbulan pelumas bekas dapat dikurangi melalui pengurangan jumlah engine yang beroperasi di PLTG.

Gambar 12. Kondisi Sebelum dan Sesudah Program Inovasi LB3

sebelum program Perawatan engine berupa penggantian oli pada engine di PLTG menghasilkan timbulan pelumas bekas sebesar 4.38 Ton/Tahun akibat kegiatan penggantian pelumas. Sehingga, jika PLTG mengoperasikan 5 engine maka akan menghasilkan timbulan pelumas bekas sebesar 21,9 Ton/tahun. Hal ini berpotensi meningkatkan biaya pengelolaan Limbah B3 dan mencemari lingkungan akibat adanya potensi kebocoran Limbah B3 pada saat pengangkutan. Kondisi setelah program Pengoperasian engine di PLTG dari 5 engine menjadi 4 engine dan melakukan perubahan pada schedule running hours untuk menjaga daya yang dihasilkan dari engine tersebut tetap optimal walaupun jumlah enginenya berkurang. Sehingga, dengan berkurangnya jumlah engine yang beroperasi maka dapat mengurangi jumlah pelumas bekas yang dihasilkan dari kegiatan perawatan engine dan dapat mengurangi timbulan limbah B3 yang diangkut ke pihak ketiga.

31	**PT EMP Energi Riau**	**C2S (Cleaning and Circulate) Well untuk mengurangi Limbah B3 Majun Terkontaminasi**

Program C2S (Cleaning and Circulate) Well untuk mengurangi Limbah B3 Majun Terkontaminasi merupakan optimalisasi pada maintenance sumur produksi dengan melakukan maintenance menggunakan air terproduksi. Sebelum ada program, pada proses oil lifting terdapat rangkain pompa intake pada Sumur Produksi untuk memompa produk dari sumur bor menuju stasiun pengumpul. rangkaian pompa sering mengalami penurunan performa akibat tingginya tingkat scale pada sumur bor sehingga proses pada sumur produksi perusahaan terganggu. Hal ini menyebabkan run life pompa lebih pendek dan frekuensi maintenance sumur produksi menjadi lebih sering yaitu 4 kali dalam setahun. Meningkatnya frekuensi maintenance ini tentu meningkatkan pekerjaan rig service, pekerjaan rig service dilakukan dengan mengangkat seluruh rangkaian pompa dari sumur produksi kemudian dilakukan maintenance menggunakan kain majun.



Gambar 9 Skema Sebelum dan Sesudah Adanya Program

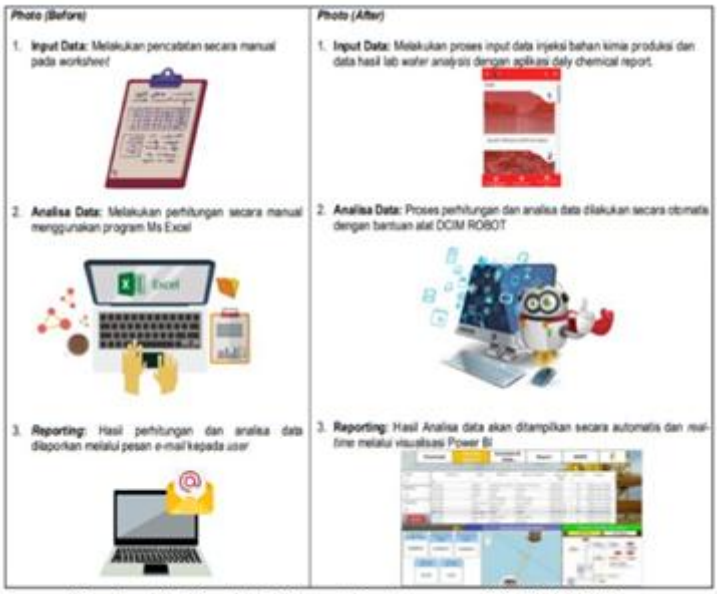
setelah program Proses maintenance sumur produksi dilakukan dengan penggunaan mesin hydroblaster sebagai sistem sirkulasi untuk menurunkan tingkat scale pada sumur produksi. Mesin hydroblaster dapat menghasilkan sirkulasi air bertekanan tinggi sebesar 3000-4000 psi untuk menghilangkan scale pada sumur produksi. Menurunnya tingkat scale pada sumur produksi dapat memperpanjang run life time pompa dan rangkaian produksi pada sumur produksi. Hal ini menyebabkan frekuensi maintenance berkurang menjadi 1 kali dalam setahun. Berkurangnya frekuensi maintenance ini juga menyebabkan berkurangnya pekerjaan rig service rangkaian pompa yang sebanding dengan pengurangan limbah B3 majun terkontaminasi sebesar 0,423 Ton dan penghematan sebesar sebesar Rp1.226.566,60. Inovasi ini merupakan perubahan komponen dengan klasifikasi prosess improvement dimana metode maintenance sumur dilakukan dengan sirkulasi air menggunakan mesin hydroblaster sebagai sirkulasi untuk menurunkan tingkat scale pada sumur produksi. Inovasi ini memenuhi unsur kebaruan belum pernah diterapkan pada sektor industri Migas EP sejenis berdasarkan buku Best Practice 2018-2023.

32	**PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur Daerah Operasi Bagian Selatan (DOBS)**	**Program DCIM ROBOT (Daily Chemical Injection Monitoring)**

Dalam produksi hulu migas, PHKT perlu memastikan kualitas produk dengan injeksi beberapa jenis chemical dengan dosis yang telah ditentukan. Penentuan dosis chemical yang diinjeksi pada fasilitas produksi membutuhkan data dari lapangan dengan waktu singkat. Namun pada kondisi aktual, perhitungan dosis chemical menggunakan data back dated yang berpotensi kelebihan maupun kekurangan dosis chemical dapat berdampak pada kerusakan fasilitas produksi, pemisahaan minyak dan air yang kurang optimal, meningkatnya biaya pembelian chemical, dan potensi meningkatnya timbulan limbah B3 jenis drum metal bekas.

Ide perubahan atau inovasi yang dilakukan berasal dari perusahaan sendiri dan pertama kali diterapkan di Indonesia pada Sektor EP Migas atau menurut Best Practice tahun 2017 - 2023 dari KLHK belum pernah diimplementasikan di Sektor EP Migas. Program DCIM ROBOT merupakan program inovasi dalam lingkup perubahan sub-sistem dengan adanya Value Chain Optimization dalam meningkatkan efisiensi injeksi dosis bahan kimia di lapangan PHKT. Inovasi yang diimplementasikan pada Utility System Terminal Lawe yang berada di Terminal Lawe telah masuk dalam ruang lingkup kajian LCA PHKT DOBS Tahun 2023. Dalam LCA produk minyak, Utility System Terminal Lawe termasuk dalam lingkup Production. Implementasi

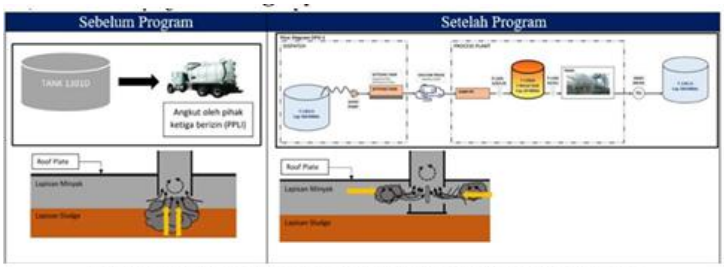
program DCIM ROBOT berdampak pada Wasted Resources karena program DCIM ROBOT tersebut berupaya mengoptimalisasi pembelian chemical dengan total absolut penurunan potensi limbah B3 jenis drum metal bekas pada tahun 2024 sebesar 3,82 Ton dan total penghematan sebesar Rp24.479.640. Nilai tambah pada program DCIM ROBOT termasuk dalam Perubahan Rantai Nilai dengan adanya penghematan bagi PHKT sebagai produsen berupa penurunan pembelian chemical dan terjaganya integritas asset PHKT. Pihak konsumen PHKT yaitu RU V Balikpapan juga mendapatkan keuntungan berupa terjaganya kualitas crude oil dan terjaganya integritas asset RU V Balikpapan.



Gambar 12. Kondisi Before-After Program DCIM ROBOT

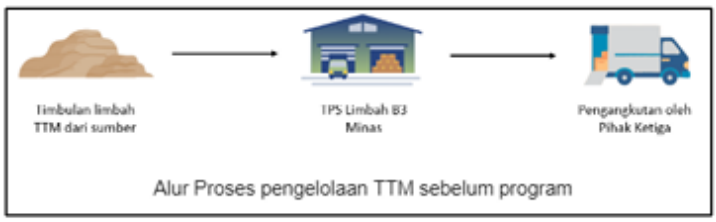
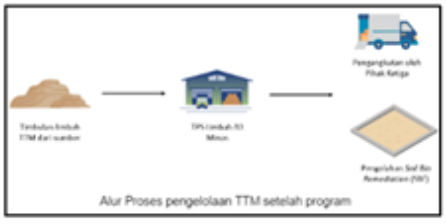
33	**PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur**	**PROGRAM POS SATPAM (Pengambilan Oil Sludge Tank Sisi Atas dengan Pompa)**

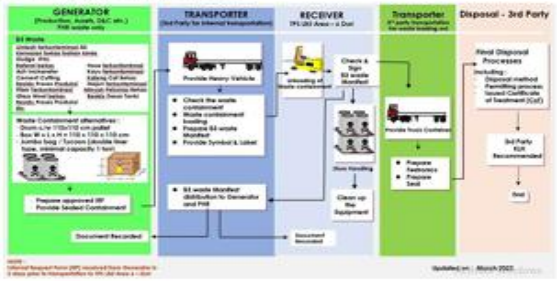
Seiring dengan berjalannya waktu,SSludge/liquid pada mengalami settling yang menyebabkan terjadi nya pemisahan secara gravitasi antara air, sedimen sebagai fraksi berat pada bagian bawah dan dan Crude Oil dengan fraksi ringan pada bagian atas. Pemisahan alami ini memberikan opportunity jika bisa direcover maka akan memberikan revenue tambahan bagi PHKT. Dan apabila tidak dilakukan recovery, maka crude oil akan tergabung dengan sludge untuk dikelola oleh pihak ketiga dan menjadi timbulan LB3. Oleh sebab itu, Tim Operation PHKT DOBU menginisiasi program inovasi POS SATPAM (Program Pengambilan Oil Sludge Tank Sisi Atas dengan Pompa).



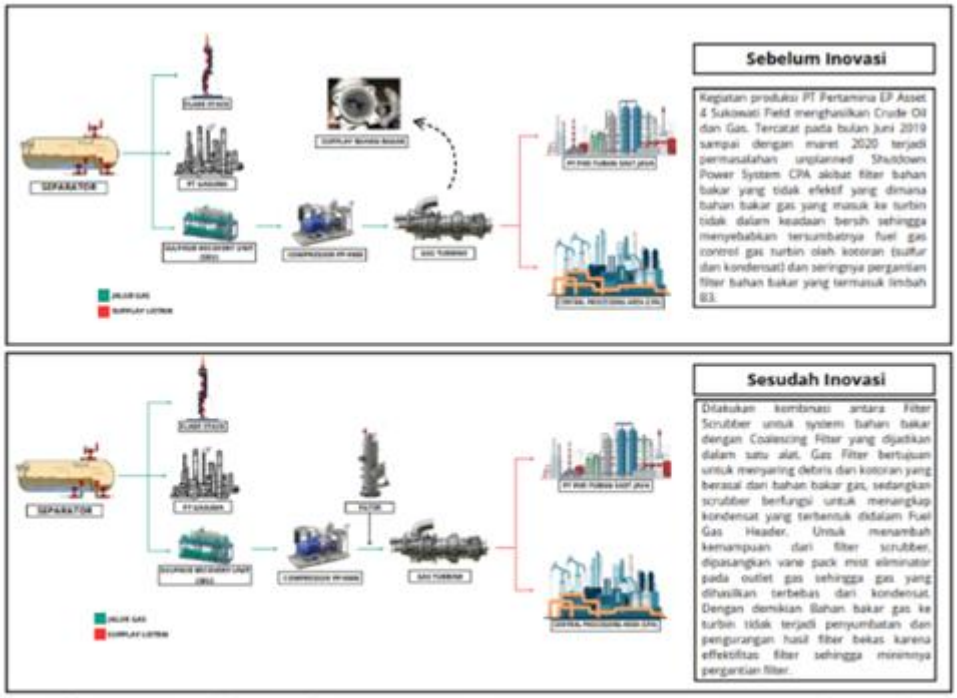
Gambar 13. Flow Pengolahan Sebelum dan Sesudah POS SATPAM

Implementasi program inovasi POS SATPAM berdampak pada Wasted Lifecycle dimana terdapat proses mengambil minyak untuk penurunan timbulan limbah dengan cara ramah lingkungan sehingga dapat mengurangi timbulan LB3 sebesar 641,44 Ton dengan total penghematan sebesar Rp2.919.814.487,04. Nilai tambah pada program POS SATPAM berupa Rantai Nilai. Dimana, PHKT sebagai produsen mendapatkan keuntungan dari meningkatnya produksi dari hasil pemisahan minyak yang terdapat pada slurry sebesar 15.060 Barrel crude oil dan juga adanya penurunan timbulan LB3 sebesar 641,44 Ton. PT EMI Production Chemicals sebagai supplier mendapatkan keuntungan financial dari suplai bahan kimia untuk proses compability test. PT RU V Balikpapan sebagai konsumen

	mendapatkan keuntungan dari meningkatnya produksi crude oil sebesar 15.060 barrel crude oil dan terjaganya pasokan crude oil sebagai bahan dasar pengolahan minyak di RU V Balikpapan.	
34	**PT Pertamina Hulu Rokan - Bekasap Rokan**	**Penggunaan Soil Bioremidiation Facility dalam Pengolahan Limbah B3 TTM (Tanah Terkontaminasi Minyak)**
	Pengembangan program inovasi Penggunaan Soil Bioremediation Facility (SBF) dalam Pengolahan Limbah B3 TTM (Tanah Terkontaminasi Minyak) berasal dari perusahaan sendiri dimana ide program inovasi ini muncul karena adanya tanah/pasir yang terpapar minyak mentah (Hydrocarbon Impacted Soil-HIS) pada PT PHR WK Rokan-Wilayah Operasi Bekasap-Rokan. Ide perubahan atau inovasi yang dilakukan perusahaan berasal dari adanya peluang untuk mengatasi permasalahan yang ada. Perusahaan dapat melakukan perbaikan kondisi lingkungan dengan menggunakan pengolahan limbah tersebut menggunakan metode ex situ landfarming dengan bakteri local (indigenous bacteria). **Gambar 9.** Skema Perubahan Inovasi Penggunaan SBF dalam Pengolahan Limbah B3 TTM Sebelum adanya program inovasi, PT PHR WK Rokan Wilayah Operasi Bekasap Rokan bekerja sama dengan pihak ketiga sebagai pengolah limbah TTM. Biaya pengolahan dan waktu pengangkutan cukup besar karena pihak ketiga pengolah berada di Pulau Jawa. Setelah adanya program inovasi, Limbah TTM dari Lokasi tumpahan minyak Wilayah Operasi Bekasap Rokan dikirim dan diolah di Soil Bioremediation Facility. Proses pengolahan berupa bioremediasi Ex-situ dengan metode landfarming dengan menggunakan bakteri lokal yang mampu mendegradasi minyak pada limbah TTM. Nilai Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) yang didapatkan < 1%.	
35	**PT Pertamina Hulu Rokan - Minas Siak**	**Dengan Soil Bioremediaton Facility (SBF)**
	Limbah tanah terkontaminasi minyak di PT Pertamina Hulu Rokan – Minas Siak sebagian besar ditimbulkan dari kebocoran pipa distribusi minyak masa lampau yang dihasilkan dari perusahaan sebelumnya. Pada tahun 2021 PT Pertamina Hulu Rokan WK Rokan mendapatkan penugasan dari SKK MIGAS untuk melakukan pembersihan tanah terkontaminasi minyak di wilayah kerja Rokan. Selain itu kondisi pipa distribusi minyak yang sudah memasuki usia cukup tua terkadang terjadi kebocoran. Ide perubahan atau inovasi yang dilakukan berasal dari adanya peluang untuk mengatasi permasalahan yang ada.  **Gambar 13** SBF Sebelum Program  **Gambar 13** SBF Setelah Program	

	Sebelum adanya program PT Pertamina Hulu Rokan Minas - Siak bekerjasama dengan pihak ketiga untuk mengelolah seluruh limbah Tanah Terkontaminasi Minyak (TTM). Namun pengelolaan oleh pihak ketiga untuk volume limbah yang cukup besar dan pihak ketiga yang berada di luar pulau Sumatera sehingga memerlukan biaya pengangkutan dan pengelolaan yang besar. Setalah adanya program, tanah terkontaminasi minyak dari lokasi tumpahan akan dibawa menuju SBF kemudian dilakukan pengolahan dengan cara remediasi secara biologis dengan menambahkan nutrien sebagai sumber makanan mikroba pengurai minyak. Mikroba tersebut selanjutnya akan secara alami akan mendegradasi minyak yang terdapat dalam tanah hingga TPH < 1%. Selanjutnya akan dilakukan pengelolaan lanjutan hingga mencapai dibawah 0,1%, dengan pengolahan ini PT Pertamina Hulu Rokan mampu mengurangi pengiriman Limbah ke pihak ketiga sebesar 92%.	
36	**PT Pertamina Hulu Rokan - Duri Steam Flood**	**Pengolahan Limbah Residu Proses Produksi dengan Sistem Penimbunan Melalui Sumur Injeksi SMF**
	Program ini berdampak pada perubahan sub sistem dimana terjadi perubahan alur proses yang dilakukan oleh perusahaan. Kondisi sebelum adanya program adalah limbah residu proses produksi dari kegiatan well dibawa ke TPS tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu sehingga timbulan limbah residu dari proses produksi sangat tinggi. **Skema sebelum program:**  **Skema setelah program:** **Gambar 9. Skema Inovasi Pengolahan Limbah Residu Proses Produksi dengan Sistem Penimbunan Melalui Sumur Injeksi SMF** Setelah adanya program ini, berhasil mengelola timbulan residu proses produksi sebesar 70.256,72 ton dengan penghematan biaya sebesar Rp 239.000.153.176,64 di tahun 2023. Adapun nilai tambah berupa perubahan rantai nilai yang didapat berupa: Produsen/Perusahaan (PT PHR WK Rokan Wilayah Operasi DSF) dapat menghemat biaya pengelolaan Limbah B3 ke pihak ketiga sebesar Rp 239.000.153.176,64 di tahun 2023. Konsumen atau lingkungan sekitar perusahaan tidak tercemar dari limbah kegiatan dari proses produksi yang terkelola sebesar 70.256,72 ton. Supplier yang memiliki kontrak kerja sama dengan perusahaan dengan nomor kontrak SPHR00581A dengan angka kontrak Rp 52.602.000.000 untuk mengelola limbah pasir berminyak di fasilitas SMF pada tahun 2023. Program ini berdampak pada waste embedded value serta telah masuk kedalam ruang lingkup kajian LCA tahun 2024 unit SMF dalam ruang lingkup production.	
37	**PT Pertamina EP Asset 4 Sukowati Field**	**Pemurnian Fuel Gas**
	Inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor minyak dan gas bumi EP atau Menurut Best Practice 2022-2023 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan belum pernah diimplementasikan di sektor tersebut. Program Pemurnian Fuel Gas berdampak pada perubahan	

komponen dengan melakukan kombinasi dimana terdapat modifikasi alat pada unit Scrubber. Kondisi sebelum adanya program: Kegiatan produksi PT Pertamina EP Asset 4 Sukowati Field menghasilkan Crude Oil dan Gas. Tercatat pada bulan Juni 2021 sampai dengan maret 2022 terjadi permasalahan unplanned Shutdown Power System CPA akibat filter bahan bakar yang tidak efektif yang dimana bahan bakar gas yang masuk ke turbin tidak dalam keadaan bersih sehingga menyebabkan tersumbatnya fuel gas control gas turbin oleh kotoran (sulfur dan kondensat).



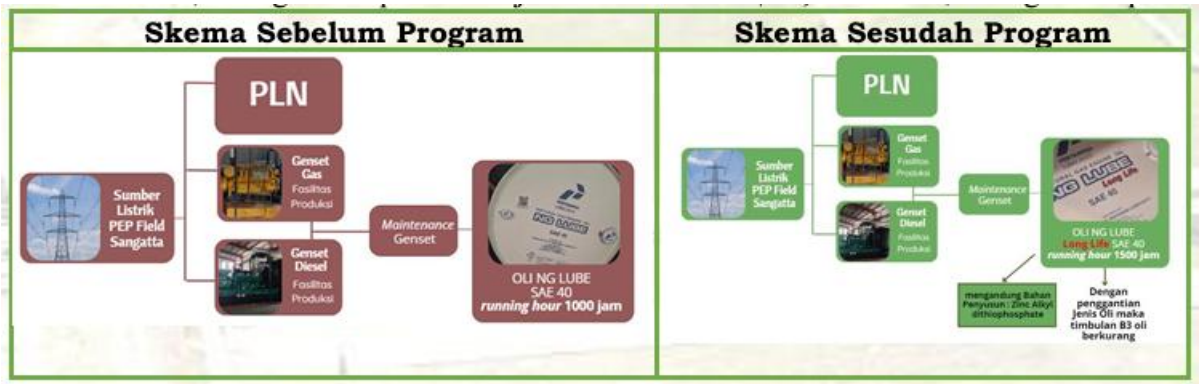
Gambar 11 Skema Sebelum dan sesudah adanya program inovasi
(Sumber: Laporan Pelaksanaan Program Inovasi Aspek 3R Limbah B3)

Kondisi setelah adanya program: Dilakukan kombinasi antara Filter Scrubber untuk system bahan bakar dengan Coalescing Filter yang dijadikan dalam satu alat. Gas Filter bertujuan untuk menyaring debris dan kotoran yang berasal dari bahan bakar gas, sedangkan scrubber berfungsi untuk menangkap kondensat yang terbentuk didalam Fuel Gas Header. Untuk menambah kemampuan dari filter scrubber, dipasangkan vane pack mist eliminator pada outlet gas sehingga gas yang dihasilkan terbebas dari kondensat. Dengan demikian Bahan bakar gas ke turbin tidak terjadi penyumbatan dan pengurangan hasil filter bekas karena effektifitas filter sehingga minimnya pergantian filter. Pada implementasi program Pemurnian Fuel Gas dilakukan Process Improvement yang dilakukan melalui program inovasi ini adalah penambahan Filyer Scrubber untuk sistem bahan bakar gas. Dilakukan kombinasi antara Coalescing Fillter dan Gas Scrubber yang dijadikan satu alat untuk menyaring debris dari kotoran dari fuel gas sedangkan scrubber berfungsi menangkap kondensat yang terbentuk di dalam fuel gas header. Program Pemurnian Fuel Gas dilaksanakan di unit CPA yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Dalam life cycle assessment produk minyak, unit CPA termasuk dalam ruang lingkup Production.

38	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Sangatta**	**Penambahan Senyawa Aditif Zinc Alkyl Dithiophosphate sebagai Stabilitas Oksidasi Oli NG Lube Long Life SAE 40**

Inovasi ini untuk mengurangi timbulan LB3 Oli akibat maintenance unit genset pada unit Well Workover & Intervention/Service dan RAM (Reliability, Availability, and Maintenance). Sebelum Program, Running Hours Oli yang digunakan adalah 1000 jam sehingga timbulan yang dihasilkan 21,620 Ton. Oli yang digunakan memiliki viskositas tunggal yang tidak memiliki zat aditif atau teknologi yang

memperpanjang interval penggantian oli, sedangkan sesudah program memiliki running hours 1500 jam sehingga timbulan LB3 sebesar 3,930 Ton. NG LUBE LONG LIFE SAE 40 memiliki zat aditif penyusun yaitu Zinc Alkyl dithiophosphate yang memiliki kelebihan mampu mengurangi keausan, mencegah oksidasi oli, dan perlindungan terhadap korosi sehingga terjadi penurunan timbulan oli bekas sebesar 23,027 Ton atau dengan Intensitas Limbah B3 Tahun 2023 sebesar 0,00003915 Ton/TOE.

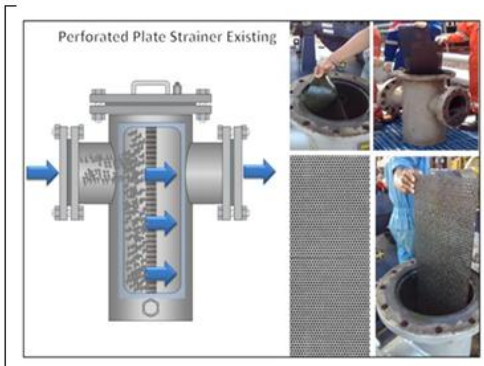


Gambar 13 Skema Program Inovasi

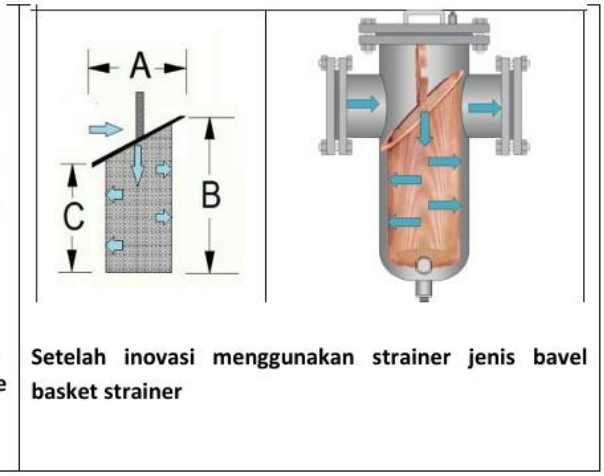
Program ini memiliki unsur kebaruan karena pertama kali diimplementasikan pada perusahaan sejenis sektor 2 Migas EP dan tidak terdapat pada buku Best Practice. Inovasi ini termasuk dalam lingkup production dengan klasifikasi reagent hazards reduced dikarenakan substitusi oli dengan penambahan senyawa Aditif Zinc Alkyl Dithiophosphate dapat meminimalisir limbah B3 yang dihasilkan. Kemudian dihadapkan dengan Circular Business Model yang tergolong pada skema Wasted Embedded Value dimana terdapat penghematan akibat penggantian jenis oli dengan kandungan zat aditif Zinc Alkyl dithiophosphate yang memiliki running hours lebih lama. Program ini dapat mengurangi dampak Global Warming Potential (GWP) sebesar 65.555,501 kg CO2eq dan Acidification Potential (AP) sebesar 4,228 kg SO2eq.

39	**PT. Pertamina EP Asset 3 - Field Jatibarang**	**Modifikasi Bavel Basket Strainer Reduksi Sludge Oil**

PT Pertamina EP merupakan perusahaan eksplorasi produksi, dimana minyak yang dihasilkan akan ditampung di dalam tangki produksi lalu di kirimkan menuju PPP Balongan. Pemompaan dari tanki produksi Stasiun Pengumpul (SP) akan melalui strainer untuk memastikan tidak ada kotoran yang ikut terbawa saat dipompa menuju PPP Balongan. pada kondisi awal strainer menggunakan plate strainer. plak dan sedimen akan tertahan di strainer dan menghambat proses pemompaan, menyebabkan tekanan meningkat dan berpotensi mengalami kerusakan pipa produksi. oleh karena itu perlu dilakukan mantenance secara rutin untuk mencegah tidak ada plak ataupun sedimen yang tertahan di strainer yang akan menghambat pemompaan produksi.



Sebelum Inovasi Strainer menggungakan tipe strainer plate strainer

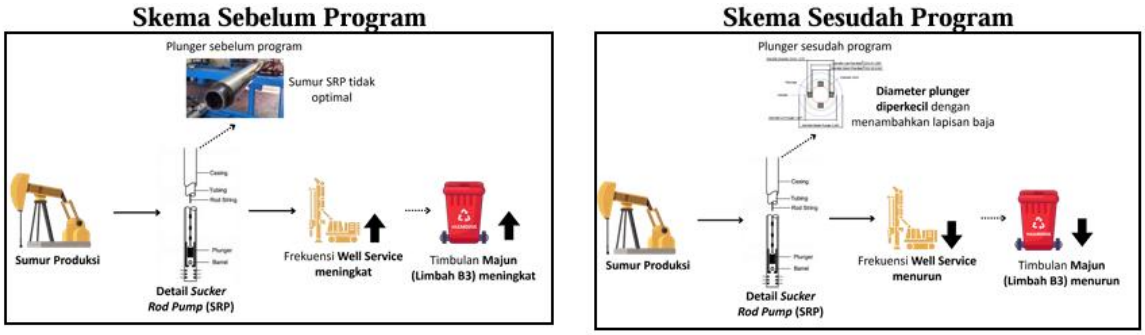


Setelah inovasi menggunakan strainer jenis bavel basket strainer

Berdasarkan permasalahan di atas inovasi "Modifikasi Bavel Basket Strainer Reduksi Sludge Oil" tergolong pada perubahan komponen dimana terdapat nilai tambah berupa product improvement keuntungan untuk produsen Reduksi limbah B3 dari potensi cemaran limbah B3 sejumlah 1.78 ton/tahun, menurunkan cost dari penanganan limbah B3 senilai Rp. 3,327,324, bagi konsumen proses pengiriman dapat terhindar dari pencemaran lingkungan. Setelah dilakukan program inovasi, dengan pemasangan strainer berjenis bavel basket strainer yang memiliki kompartemen sendiri, sehingga dapat mencegah terjadinya penumpukan endapan pada area strainer, dan proses maintenance jadi lebih optimal (tidak menimbulkan ada nya ceceran). Program "Modifikasi Bavel Basket Strainer Reduksi Sludge Oil" dilakukan pada unit produksi 9tanki produksi) yang telah masuk kedalam kajian LCA tahun 2024 (ruang lingkup raw material)

40	**PT Pertamina EP Sangatta Field - Lapangan Semberah**	**Working Barrel Dengan Tubing Heavy Metal Sebagai Modifikasi Alat Plunger 2.25**

Program Working Barrel Dengan Tubing Heavy Metal Sebagai Modifikasi Alat Plunger 2.25 merupakan program untuk mengurangi timbulan limbah B3 khususnya majun bekas yang digunakan pada aktivitas Well Service. Sebelum program dilaksanakan kondisi sumur-sumur yang sudah mulai menurun produktivitasnya mengalami kelebihan desain kapasitas pada sumur menjadi hal yang umum terjadi. Kehilangan produksi minyak mencapai 14,34% dari target yang seharusnya sebesar 6%. Hal ini menyebabkan diperlukannya pekerjaan Well Service yang mana menggunakan sejumlah majun untuk menunjang pekerjaannya yang menyebabkan munculnya timbulan limbah B3 majun bekas. Dalam pelaksanaannya kegiatan well service terjadi sebanyak 5 kali dalam satu tahun untuk masing-masing sumur. limbah majun yang dihasilkan sebelum program dilaksanakan yaitu sebesar 0,1304 Ton dalam satu tahun. Setelah program dilaksanakan, diameter plunger yang semula 1,315" dapat diperkecil menjadi 0,824" dan 0,742" dengan panjang 4' sebagai jalur laluan fluida dari dalam pompa ke pipa produksi.



Gambar 11 Skema Program Inovasi

Inovasi ini tergolong Perubahan Komponen dengan klasifikasi Process Improvement, yang memberi nilai tambah (Value Creation) yaitu Layanan Produk karena memberikan keuntungan pada produsen (perusahaan) dan supplier (kontraktor). Program inovasi ini juga terintegrasi dengan kajian LCA yang berada pada unit proses Well Workover & Intervention/Service sehingga dengan terimplementasinya program ini dapat mengurangi dampak Global Warming Potential (GWP) sebesar 90,732 kg CO2eq dan mengurangi dampak Acidification Potential (AP) sebesar 0,008 kg SO2eq. Program ini berada pada tahap siklus Production dengan klasifikasi reagent hazards reduced dikarenakan modifikasi alat plunger dengan menambahkan lapisan baja (heavy metal) dapat meminimalisir timbulan limbah B3 yang dihasilkan. Value Creation dari adanya program ini yaitu mampu menurunkan limbah B3 majun (absolut) sebesar 0,0299 Ton dan penghematan biaya pengelolaan limbah B3 sebesar Rp 40.479.399,16 dengan anggaran biaya sebesar Rp1.372.000,00 pada tahun 2023.

41	**JOB Pertamina - Medco E&P Simenggaris**	**Subtitusi Chemical Absorbent dengan bahan Polyprophelene dan Hydrophilic Agent (PP-HA) untuk mengurangi volume limbah B3**

Permasalahan awal yang terjadi adalah dengan meningkatnya intensitas PM dan dari chemical absorbent yang digunakan di lapangan South-Sembakung adalah berupa kain majun, maka potensi meningkatnya volume limbah B3 akan ikut meningkat, terutama kain majun tidak bisa digunakan kembali dan daya serapnya yang kecil. Oleh karena itu, asal-usul inovasi ini bermula dari pengadaan jumlah kain majun dalam jumlah besar, tidak mencukupi dengan laju perbaikan instrument dan PM yang semakin meningkat, sehingga dengan besarnya pilihan material yang ada di pasaran, maka pengadaan kain majun dihentikan dan digantikan dengan bahan atau material yang lebih ekonomis dan berkualitas tinggi, yaitu bahan Polyprophelene (PP) dan Hydrophilic Agent yang melapisi setiap serat kainnya. Inovasi ini tergolong ke dalam inovasi Penambahan Komponen.

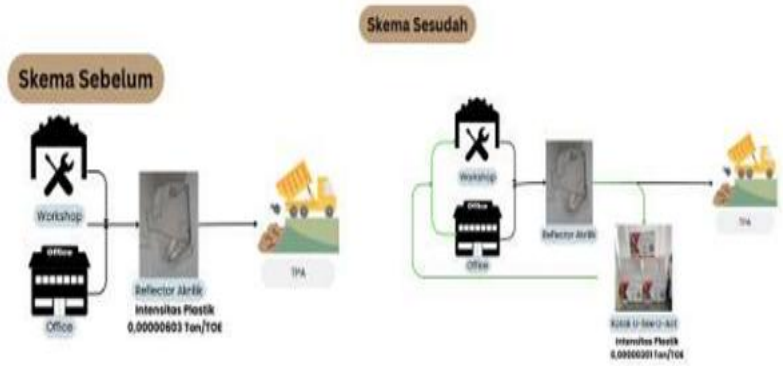
Kondisi sebelum adanya program mengindikasikan peningkatan volume limbah B3 dari kain majun seiring dengan peningkatan kegiatan PM. Sedangkan, kondisi setelah adanya program inovasi ini, maka setelah bahan diganti dengan bahan PP-HA yang memiliki berat lebih ringan atau 900 lembar bahan PP-HA setara dengan 10 lembar kain majun per kilogram, maka dengan menggunakan bahan PP-HA sebagai

	chemical absorben, maka potensi pengurangan volume limbah B3 akan turun secara simultan. Nilai tambah yang dilakukan dari sistem didapatkan dari inovasi ini adalah Perubahan Rantai Nilai (Value Chain). Dari sisi perusahaan atau produsen, total penghematan yang diperoleh dari subtitusi chemical absorben dengan menggunakan bahan PP-HA yang secara harga lebih murah 50%, maka penghematan yang dihasilkan adalah sebesar Rp 487.600/tahun.

E. 3R Pengelolaan Sampah

No	Nama Perusahaan	Judul Inovasi
1	**PT. Pertamina Hulu Energi - NSO**	**Pemanfaatan Modifikasi Reflector Akrilik Bekas untuk Kotak U-See U-ACT**

Program Pemanfaatan Modifikasi Reflector Akrilik Bekas untuk Kotak U-See U-ACT adalah program pemanfaatan limbah plastik terutama akrilik plastik bekas menjadi Kotak U-See U-ACT. Kondisi sebelum adanya program ini, limbah reflector akrilik bekas hanya dianggap sebagai sampah industri dan dibuang tanpa upaya untuk mendaur ulang atau memanfaatkan kembali material tersebut. Hal ini menyebabkan peningkatan volume limbah dan kurangnya kesadaran lingkungan di kalangan pekerja. Selain itu, meskipun perusahaan telah mengimplementasikan berbagai program untuk meminimalkan unsafe acts, hasilnya masih kurang optimal karena alat pelaporan yang tersedia di lapangan kurang memadai dan tidak menarik perhatian pekerja. Kondisi setelah adanya program ini limbah akrilik plastik yang tadinya tidak terpakai digunakan menjadi Pemanfaatan Modifikasi Reflector Akrilik Bekas untuk Kotak U-See U-ACT.



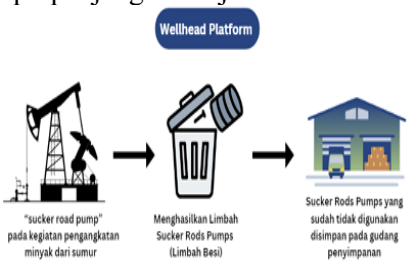
Gambar 6 Pemanfaatan Modifikasi Reflector Akrilik Bekas untuk Kotak *U-See U-ACT*

Inovasi **Pemanfaatan Modifikasi Reflector Akrilik Bekas untuk Kotak U-See U-ACT** memberikan manfaat bagi berbagai sisi. Dari sisi supplier (ALKAYSANPRO), selain menyediakan material berupa stiker labeling, mereka juga membantu proses pemotongan akrilik dan memperoleh keuntungan Rp150.000 per pcs. Dari sisi perusahaan, program ini mampu memanfaatkan limbah botol plastik sebesar 0,597 ton dan menghasilkan penghematan biaya pengelolaan limbah hingga Rp8.960.625,00. Di sisi lain, pada aspek pembuangan akhir, limbah plastik yang terbuang berkurang signifikan dari 3,983 ton pada tahun 2022 menjadi 1,792 ton pada tahun 2023 atau terjadi pengurangan sebesar 2,190 ton.

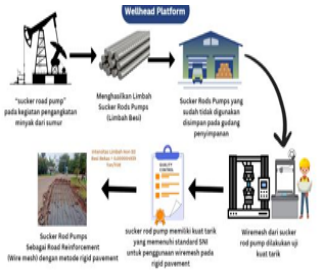
Program ini memenuhi unsur kebaruan karena belum pernah diterapkan di sektor migas eksplorasi serupa menurut Best Practice KLHK 2017–2023. Inovasi ini terintegrasi dengan kajian **Life Cycle Assessment (LCA)** pada tahap *Raw Materials* dengan kategori *Waste as Inputs*, karena akrilik bekas dijadikan material utama sehingga menekan penggunaan energi dalam pengelolaan limbah. Pada kerangka **Circular Business Model**, inovasi ini masuk dalam kategori *Waste Embedded Value* karena limbah akrilik dimanfaatkan kembali menjadi produk bernilai guna. Dampaknya, program ini mampu menurunkan **Global Warming Potential** sebesar 59,73 kg CO_2 ek sekaligus menciptakan nilai ekonomi dan lingkungan melalui pengurangan limbah dan penghematan biaya.

2	**PT Pertamina EP Asset 1 - Field Jambi**	**Pemanfaatan Sucker Rod Pumps Sebagai Road Reinforcement (Wire mesh) dengan metode rigid pavement**

Sebelum adanya program, program jalanan di Kenali Asam masih menggunakan perkerasan fleksibel dengan menggunakan asphalt, jalan tersebut merupakan jalan utama yang dilalui oleh kendaraan bermuatan berat dan masyarakat. Akibat dengan penggunaan Fleksibel pavement jalanan tidak bisa menampung beban muatan kendaraan sehingga sering menyebabkan jalanan yang berlubang.Setelah adanya program, perusahaan memanfaatkan limbah non b3 besi bekas dari sucker rod pump yang kemudian di potong - potong untuk membentuk wire mesh. Wire mesh ini nantinya akan dimanfaatkan sebagai tulangan dari metode rigid pavement. Besi bekas yang dibentuk Wiremesh sebagai tulangan memberikan dampak untuk meratakan beban dan penguatan struktur yang memberikan dampak penguatan jalan yang dapat dilalui oleh beban berat dan memperpanjang umur jalan.



Skema Sebelum Program

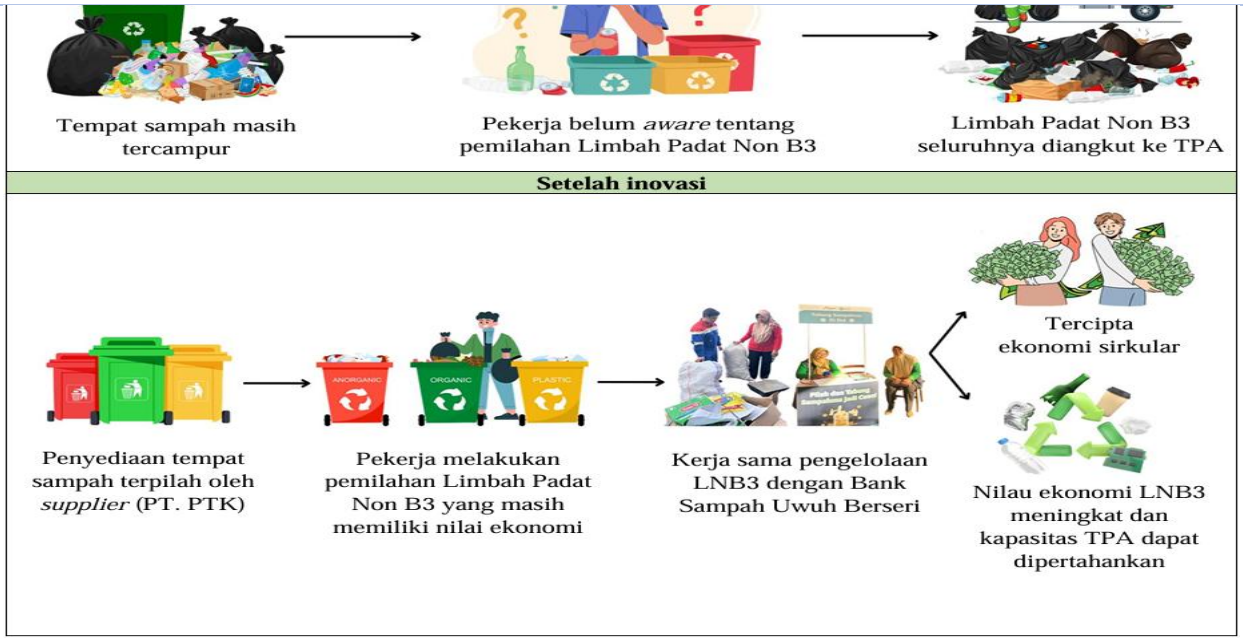


Skema Sesudah Program

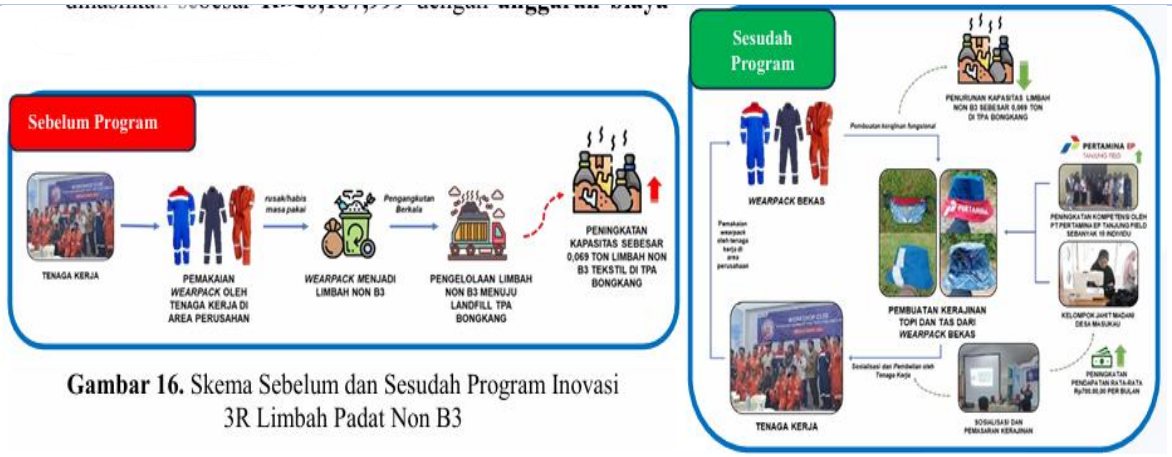
Gambar 11 Skema Sebelum dan Sesudah Inovasi Limbah Non B3

Berdasarkan kajian LCA inovasi ini memberikan potensi perbaikan lingkungan pada ruang lingkup use dengan klasifikasi yaitu use of product neither consumes material nor generates waste yang dapat menurunkan dampak terhadap Global Warming Potential (GWP) sebesar 6,20396631 kg CO2eq. Program ini memiliki Nilai Tambah (Value Creation) layanan rantai nilai, hal ini karena program ini memberikan keuntungan bagi supplier, Produsen,Pembuangan Akhir dan masyarakat. Value Creation yang terjadi pada tahun 2023 program ini mampu menurunkan limbah non B3 (absolut) sebesar 1,201 Ton dan penghematan

	anggaran dari program ini sebesar sebesar Rp. 20.417.000 Dengan anggaran program sebesar Rp7.500.000,00. -	
3	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Cepu**	**AKSI GEMAS (Gerakan Mengelola Sampah)**
	Program AKSI GEMAS merupakan inovasi yang diterapkan oleh PT Pertamina EP Asset 4 – Field Cepu untuk menangani permasalahan pengelolaan limbah padat non B3, seperti kertas, karton, besi, dan plastik. Sebelum adanya program, pengelolaan limbah padat non B3 di Field Cepu belum terintegrasi dengan baik, di mana limbah dari aktivitas pekerja hanya dikumpulkan dan dibuang tanpa adanya proses daur ulang. Permasalahan seperti kurangnya kesadaran pekerja dalam memilah limbah serta terbatasnya fasilitas pemilahan, menyebabkan limbah non B3 berpotensi berakhir di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), meningkatkan volume limbah dan biaya pengelolaan. Inovasi ini juga mencakup berbagai aksi lingkungan yang dilakukan oleh pekerja seperti penanaman pohon di area ring 1 perusahaan, bersih-bersih sungai Kali Ronggolawe, dan pembuatan eco enzyme. Dengan adanya AKSI GEMAS, pekerja didorong untuk lebih sadar dan terlibat dalam pengelolaan limbah, sehingga tercipta budaya baru yang lebih ramah lingkungan di lingkungan perusahaan. Program AKSI GEMAS termasuk dalam perubahan Sub Sistem dengan nilai tambah berupa optimasi rantai nilai (Value Chain Hal 14 dari 25 Optimization). Program ini berhasil menurunkan dampak lingkungan diantaranya untuk produsen karena berhasil memanfaatkan limbah padat non B3 untuk didaur ulang sebesar 3,87 Ton kertas, 3,20 Ton karton, 18,60 Ton besi, dan 3,70 Ton plastik pada tahun 2023, serta menghemat biaya pengangkutan limbah sebesar Rp8.811.000. Supplier tempat sampah terpilah, PT Petro Teknik Konstruksi, juga memperoleh keuntungan sebesar Rp68.000.000 dari penyediaan 34 tempat sampah terpilah untuk mendukung terlaksananya program AKSI GEMAS secara berkelanjutan. Program AKSI GEMAS dilaksanakan di MGS Menggung, SPU Nglobo, SPU Ledok, SPU Kawengan yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2023 dalam lingkup Production. Pelaksanaan program ini berdampak pada Waste Embedded Value di mana limbah padat non B3 berupa kertas, karton, besi dan plastik yang sebelumnya tidak termanfaatkan dan berakhir di TPA menjadi termanfaatkan dengan cara didaur ulang menjadi bahan yang bernilai ekonomis.	



4	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Tanjung**	**Wearpack Upcycling melalui Valorisasi Limbah Tekstil**
	Kondisi sebelum adanya program, PEP Tanjung Field memiliki kewajiban dalam menyediakan wearpack untuk 86 tenaga kerja di area perusahaan. Hal ini dilakukan sebanyak dua kali dalam satu tahun mengikuti rata-rata masa pakai selama 6-12 bulan sekali, Wearpack lewat masa pakai berpotensi menjadi limbah padat non B3 sebesar 0,258 ton dan pengelolaan masih berupa pengangkutan menuju Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Hal tersebut memunculkan potensi dalam memaksimalkan pengelolaan dan pemanfaatan sebelum pengangkutan ke TPA.	



Gambar 16. Skema Sebelum dan Sesudah Program Inovasi 3R Limbah Padat Non B3

Inovasi Wearpack Upcycling melalui Valorisasi Limbah Tekstil memiliki unsur kebaruan karena belum pernah diterapkan pada perusahaan sejenis sektor industri Migas EP. Hal ini dapat dilihat dalam buku Best Practice tahun 2021, 2022, dan 2023 yang diterbitkan oleh KLHK RI. Inovasi ini termasuk pada - Dokumen Ringkasan Kinerja Pengelolaan Lingkungan - 15 16 - Dokumen Ringkasan Kinerja Pengelolaan Lingkungan - Perubahan Sub-Sistem dengan klasifikasi Value Chain Optimization. Selain itu, program ini memiliki nilai tambah (Value Creation) yaitu Rantai Nilai karena memberikan keuntungan pada produsen (perusahaan), konsumen, distributor, dan pembuangan akhir.

Keuntungan yang diperoleh dari inovasi ini antara lain: Bagi Produsen (Kelompok Wanita Penjahit Desa Masukau), berdampak pada produksi sebanyak 159 pcs total jenis kerajinan dan pendapatan sebesar Rp700.000,00 pada tahun 2023. Bagi Konsumen (Pekerja dan Masyarakat Sekitar), dapat terpenuhinya kebutuhan aksesori fungsional berupa 44 sling bag, 30 tote bag, dan 85 bucket hat untuk pemakaian sehari-hari pada tahun 2023, Bagi Supplier (PEP Tanjung Field), penghematan pengelolaan limbah non B3 sebesar Rp 20.187.999 dan dapat memperlancar pekerjaan sehingga limbah non B3 tidak menumpuk. Bagi Pemerintah, dapat membantu dalam memperkenalkan budaya Kalimantan Selatan dengan penggunaan kain sasirangan sebagai bahan campuran pembuatan kerajinan tangan. Bagi Pembuangan Akhir, berdampak pada berkurangnya pengangkutan dan pengelolaan limbah non B3 ke TPA sebesar 0,0699 Ton,

Value Creation dari adanya program ini yaitu mampu memanfaatkan limbah Non B3 tekstil (absolut) pada tahun 2023 sebesar 0,067 Ton dan penghematan biaya pengelolaan sampah dan pembelian kerajinan dihasilkan sebesar Rp20,187,999 dengan anggaran biaya sebesar Rp15.000.000.

5	**PT Pertamina EP Asset 5 - Field Tarakan**	**Recycle Kasep (Kertas Bekas Menjadi Canting Cap)**

Permasalahan Awal PT Pertamina EP Tarakan Field membentuk kegiatan pengelolaan sampah kertas yang berasal dari sisa kegiatan perkantoran untuk selanjutnya diolah menjadi canting cap sebagai alternatif solusi meminimalkan timbulan limbah non B3 yang dihasilkan PT Pertamina EP Tarakan Field. Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi yaitu berasal dari perusahaan sendiri dimana ide program inovasi ini muncul karena banyaknya timbulan limbah non B3 pada PT Pertamina EP Tarakan Field. Ide perubahan atau inovasi yang dilakukan perusahaan berasal dari adanya peluang untuk mengatasi permasalahan yang ada. Perusahaan dapat melakukan perbaikan kondisi lingkungan dengan memanfaatkan sampah kertas menjadi canting cap. Kondisi sebelum adanya program Kegiatan membatik yang dilaksanakan oleh warga binaan lapas kelas II B Nunukan umumnya menggunakan cara tradisional dengan menggunakan lilin yang dipanaskan menggunakan minyak tanah. Cara tradisional memiliki banyak kekurangan seperti menimbulkan emisi, boros penggunaan energi, dan membutuhkan waktu yang lama dalam proses produksi kain batik. Disamping itu timbulan sampah kertas yang ada di PT Pertamina EP Tarakan Field memiliki peluang untuk dapat dimanfaatkan dan bekerja sama dengan warga binaan lapas kelas II B Nunukan. Oleh karena itu, PT Pertamina EP Tarakan Field berinisiatif untuk melakukan studi lanjutan untuk memecahkan masalah tersebut.

Gambar 12. Kondisi sebelum dan sesudah inovasi

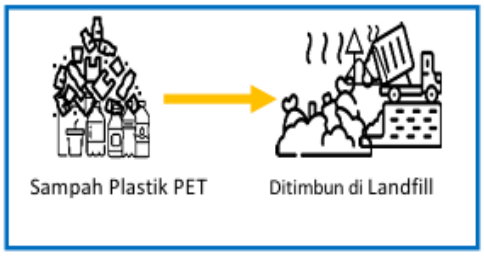
Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa pemanfaatan limbah non B3 pada tahun 2023 sebesar 0,202 Ton atau setara dengan penghematan biaya pengelolaan limbah padat non B3 sebesar Rp 1.515.000. Program Recycle KASEP ini berdampak pada perubahan sub sistem dimana terdapat keuntungan berupa product sharing yang langsung dirasakan oleh warga binaan lapas kelas II B Nunukan dan UMKM Batik. Nilai tambah program inovasi ini adalah layanan produk, dimana keuntungan yang diperoleh dari program inovasi ini dapat dirasakan oleh perusahaan sebagai produsen dapat menghemat biaya pengangkutan sampah sebesar Rp 1.515.000, dan keuntungan untuk konsumen yaitu masyarakat sebagai pembuat alat canting cap sehingga mendapat keuntungan dari produksi canting cap dan warga lapas binaan kelas II B Nunukan mendapatkan keuntungan dari penjualan batik sebesar Rp 650.000/kain melalui canting cap yang telah dibuat oleh masyarakat sekitar, serta keuntungan untuk supplier yaitu kerjasama dengan mitra binaan bank sampah Karya Bersama yang menyediakan bahan baku berupa smpah anorganik kertas yang telah dipilah dan ikut menjadi mitra perusahaan membina warga lapas Nunukan untuk merecycle sampah kertas dengan keuntungan penghematan biaya tenaga kerja sebesar Rp 3.320.000/orang. Program Recycle KASEP dilaksanakan di unit tempat pembuangan sampah yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2022 dan 2023. Dalam life cycle assessment produk sampah kertas, unit pembuangan akhir termasuk dalam ruang lingkup Waste.

6	**BP Berau, Ltd.**	**Pemanfaatan Shredder Plastik PET dan HDPE dari Mesin Crusher Menjadi Bahan Baku Produk Plastik Rumah Tangga**

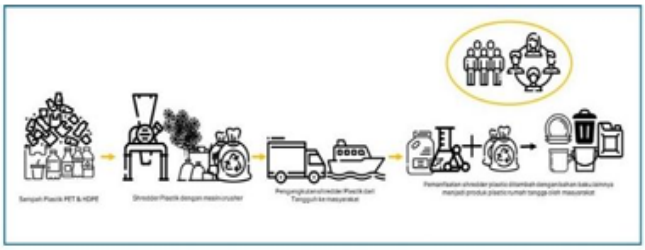
Permasalahan awal berasal dari sampah plastik PET dan HDPE merupakan limbah padat non B3 yang tidak dapat membusuk apabila tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Sampah plastik PET dan HDPE merupakan salah satu sampah yang cukup dominan yang dihasilkan oleh aktivitas domestik pekerja pabrik berupa botol plastic, tutup botol plastik, kemasan makanan dan lainnya. Untuk mengurangi timbulan sampah yang ditimbun ke landfill perusahaan, LNG Tangguh berkomitmen untuk melakukan 3R Limbah Non B3 plastik PET dan HDPE. Daur ulang ini bertujuan untuk dapat dimanfaatkan kembali limbah non B3 plastik PET dan HDPE menjadi bahan baku produk plastik rumah tangga dan mengurangi pencemaran lingkungan.

Ide inovasi ini berasal dari inisiasi dalam perusahaan untuk mengurangi timbulan sampah PET dan HDPE yang dibuang ke landfill. Inovasi program ini melakukan kerjasama dengan masyarakat untuk dapat dimanfaatkan shredder sampah plastik menjadi bahan baku plastik rumah tangga. Dengan adanya program ini terdapat peluang perbaikan lingkungan yaitu dengan memanfaatkan 100% sampah plastik PET dan HDPE menjadi bahan baku plastik rumah tangga, sehingga dapat menghilangkan timbulan sampah plastik yang ditimbun ke landfill dan tidak berkontribusi emisi ke tanah dan air.

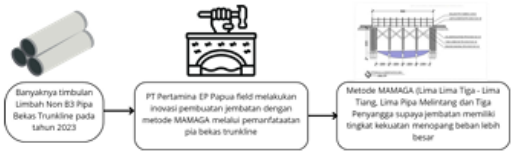
Sebelum adanya inovasi program:



Setelah adanya inovasi program:

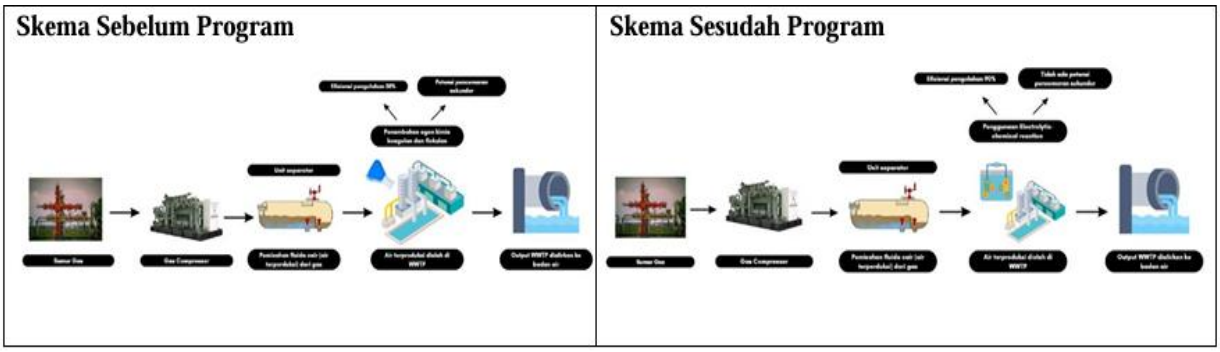


Selain itu, program inovasi masuk ke dalam scope kajian LCA yaitu unit proses CWAA. Program inovasi ini merupakan perubahan sub sistem (product sharing) dengan memberikan hasil shredder plastik PET dan HDPE ke masyarakat. Sebelum adanya program, seluruh plastik PET dan HDPE dibuang ke landfill sehingga cepat penuh dan Bank Sampah hanya mendapatkan plastik PET dan HDPE bekas dari masyarakat sehingga produksinya kecil. Setelah adanya program, seluruh plastik PET dan HDPE yang dihasilkan oleh BP Berau Ltd diserahkan ke Bank Sampah yang mana dalam pemberiannya dilakukan shreeder sesuai ukuran yang telah ditentukan untuk bahan baku plastik rumah tangga. Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah mampu mengurangi timbulan sampah sebesar 0.72 ton pada tahun 2023 dan penghematan biaya sebesar Rp 1.573.000. Nilai tambah inovasi ini adalah rantai nilai, dengan keuntungan di produsen/perusahaan adalah mampu menghilangkan 100% timbulan non B3 jenis plastik PET dan HDPE sehingga umur landfill dapat diperpanjang. Konsumen dapat memberikan keuntungan berupa bahan baku produk plastik rumah tangga sebesar 0.72 ton, dan supplier untuk mesin crusher sebesar Rp 30,000,000 dan supplier bahan kimia untuk pembentukan produk rumah tangga sebesar Rp 6,000,000. Program ini juga berkontribusi terhadap capaian Sustainable Development Goals (SDGs) sesuai dengan Tujuan 11. Menjadikan Kota dan Permuiman Inklusif, Aman, Tangguh dan Berkelajutan; dan Tujuan 12. Menjamin Pola Produksi dan Konsumsi yang Berkelanjutan dan indikator no. 11.6.1.(b) Persentase sampah nasional yang terkelola; dan Indikator 12.5.1.(a) Jumlah timbulan sampah yang didaur ulang untuk mencapai sasaran nasional RPJMN 2020-2024.

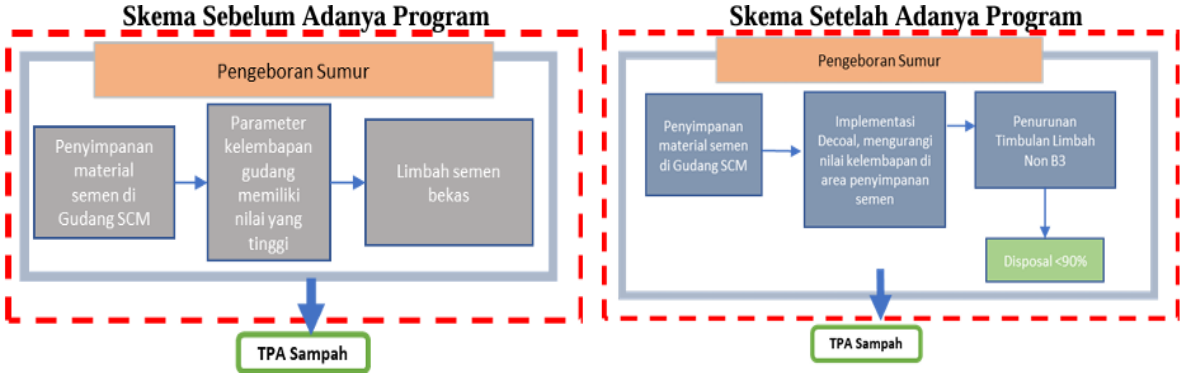
7	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Papua**	**Pemanfaatan Pipa Bekas Trunkline untuk material jembatan dengan Metode MAMAGA (Lima Lima Tiga - Lima Tiang, Lima Pipa Melintang dan Tiga Penyangga)**
	Proses mobilisasi alat keperluan produksi dan operasional sangat bergantung kepada kondisi jalan menuju lapangan produksi. Saat ini, kondisi eksisting jembatan menuju lapangan masih berupa jembatan konvensional yang sudah keropos dan lapuk, menyebabkan daya tahan jembatan menurun, sehingga menyebabkan penurunan produksi ditiap lapangan. Selain itu kondisi jembatan yang sudah keropos dan lapuk menyebabkan meningkatnya resiko kerja akibat unsafe action dan unsafe condition. Selain itu, tercatat pada tahun 2023 terdapat timbulan limbah non B3 pipa bekas trunk line sebanyak 0,40 Ton. Berdasarkan permasalahan tersebut Pertamina EP-Papua field melakukan inovasi pemanfaatan pipa bekas trunkline melalui metode MAMAGA dengan melakukan fabrikasi, perbaikan, dan penggantian material jembatan menuju lapangan produksi. Setelah adanya program ini, proses mobilisasi alat dan bahan menuju lapangan produksi dapat berjalan dengan lancar sehingga tidak mengganggu proses produksi.	
	 Sebelum Program  **Setelah Program** sebagai produsen mampu melakukan pemanfaatan limbah non B3 pipa bekas trunkline sebanyak 0,40 Ton atau setara dengan biaya pengelolaan LNB3 sebesar Rp 9.200.000, kemudian mampu menghilangkan potensi kerugian kepada konsumen yaitu perusahan Refinery Unit (RU) sebesar Rp 948.000.000/hari, dan memberikan keuntungan bagi supplier PT Intraco dari penyewaan alat berat sebesar Rp 113.996.210. Program Pemanfaatan Pipa Bekas Trunkline untuk material jembatan dengan Metode MAMAGA (Lima Lima Tiga - Lima Tiang, Lima Pipa Melintang dan Tiga Penyangga) dilaksanakan di unit production well dan sumur produksi klamono yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Dalam life cycle assessment produk Minyak, unit production well dan sumur produksi klamono termasuk dalam ruang lingkup production. Pelaksanaan program ini berdampak pada Wasted Capacity, dimana terdapat pengurangan limbah non B3 dengan pemanfaatan pipa bekas trunkline menjadi jembatan dengan metode MAMAGA.	

8	**EMP Bentu Limited**	**Pollutant Removal Pada Air Terproduksi Melalui Second Stage Treatment Dengan Electrolytic Chemical Reaction**

Pada proses produksi gas, terdapat proses pemisahan antara kandungan produced water dengan gas. Produced water nantinya akan menjadi air limbah yang diolah pada WWTP agar memenuhi baku mutu yang berlaku. Produced water mengandung polutan yang cukup bervariasi seperti minyak dan lemak, TSS, TDS, dan COD. Pengolahan limbah dari produced water dengan metode konvensional kurang optimal untuk mengurangi beban pencemar hingga mencapai baku mutu yang berlaku. Sehingga EMP Bentu Ltd. berinisiatif untuk melaksanakan program Pollutant Removal Pada Air Terproduksi Melalui Second Stage Treatment Dengan Electrolytic-Chemical Reaction untuk mengoptimalkan proses pengolahan air limbah.



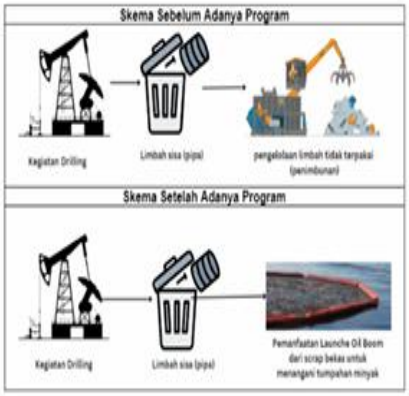
Inovasi ini memenuhi unsur kebaruan menurut buku Best Practice tahun 2021-2023 yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Program ini belum pernah dilaksanakan oleh perusahaan lain dalam sektor yang sama dan termasuk dalam inovasi Perubahan Komponen dengan nilai tambah Layanan Produk dan klasifikasi Material Efficient Manufacturing yang memberikan dampak positif bagi perusahaan dan masyarakat. Berdasarkan kajian LCA, program ini terletak di unit WWTP dan menurunkan dampak Eutrophication Potential sebesar 6,51E+00 kg PO4 ek. Program ini terletak di siklus Production dengan klasifikasi Reagent Hazard Reduced. Selain itu program ini mendukung Circular Business Model dengan klasifikasi Wasted Capacity Program ini berhasil menurunkan beban pencemar air sebesar 0,01342049 Ton TDS, 0,00203170 Ton COD, dan 0,00006236 Ton Amonia dengan penghematan biaya sebesar Rp125.520.000 dari anggaran Rp282.000.000,00

9	**PT. Pertamina EP Asset 1 - Field Pangkalan Susu**	**Meningkatkan Kualitas Penyimpanan Semen Dengan Metode Dehumidfifier Charcoal**
	Sebelum adanya program, dalam proses kegiatan pengeboran tanah terdapat proses cementing pada pinggir lubang bor. Stock semen yang belum digunakan biasanya di simpan di Area Gudang penyimpanan semen, lokasi gudang tersebut berada dekat dengan pinggir laut sehingga menyebabkan kelembapan udara yang cukup tinggi. Kondisi ini menyebabkan jumlah nilai semen yang rusak mencapai angka Rp. 182.493.800. Limbah semen yang dihasilkan ini sebelumnya tidak ada pengolahan lebih lanjut dan hanya ditimbun saja. Setelah adanya program dilakukan pengecekan ulang terhadap adanya titik kelembapan di area Gudang 15 penyimpanan semen kemudian dilakukan pengujian hubungan Tingkat efektifitas penurunan kelembapan terhadap jumlah Dehumidfifier yang digunakan menggunakan Metode Dehumidfifier Charcoal.	
	Berdasarkan Kajian LCA inovasi ini termasuk potensi perbaikan lingkungan akibat penerapan Life Cycle Assessment pada program ini masuk siklus Waste dengan klasifikasi Highest entropy product made most durable. Program ini memberikan penurunan dampak Global Warming Potential sebesar 360,2452 kg CO2eq. Kemudian dihadapkan dengan Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema Wasted lifecycle dimana dengan menggunakan Metode Dehumidfifier Charcoal mengurangi adanya kelembapan udara pada Gudang penyimpanan semen sehingga adanya penurunan timbulan limbah non B3. Value Creation yang terjadi pada tahun 2023 program ini mampu menurunkan limbah Non B3 (absolut) sebesar 29,4 Ton dengan penghematan sebesar Rp 16.391.924,81 dari anggaran biaya sebesar Rp 1.400.000.  	
10	**Petrochina International Jabung Ltd - (Gas)**	**Program Transformasi Limbah Organik menjadi Eco-Catalyst dalam Pembuatan Molase untuk Mempercepat Komposting Limbah Sawit dan Kotoran Sapi merupakan komitmen PetroChina International Jabung Ltd – Betara dalam pengelolaan lingkungan khu**
	Sebelum adanya program pada kegiatan operasional perusahaan menghasilkan limbah non B3 yaitu sisa makanan dan sampah daun di sekitar area perusahaan. Limbah organik yang dihasilkan perusahaan seringkali dibuang pada tempat pembuangan akhir langsung tanpa diolah. Pada area sekitar perusahaan terdapat beberapa masyarakat yang bermata pencaharian sebagai petani sawit, selain melakukan penanaman sawit biasanya masyarakat juga memiliki hewan ternak yang akan dilepaskan pada area kebun kelapa sawit. Hal ini menyebabkan di sekitar area perusahaan muncul timbulan limbah non b3 yaitu limbah sawit dan kotoran sapi yang tidak dikelola secara baik. Setelah Adanya Program, limbah organik yang dihasilkan PetroChina International Jabung Ltd – Betara dikumpulkan dan diproses menjadi Eco-Catalyst untuk pembuatan molase. Pembuatan eco-catalyst dengan limbah organik dilakukan dengan penambahan gula dan air pada limbah, selanjutnya diberi bakteri Saccharomyces Cerevisiae untuk proses fermentasi. Eco-catalyst akan terbentuk dan digunakan untuk menaikan molase yield pada proses pembuatan kompos dari limbah sawit dan kotoran sapi.	

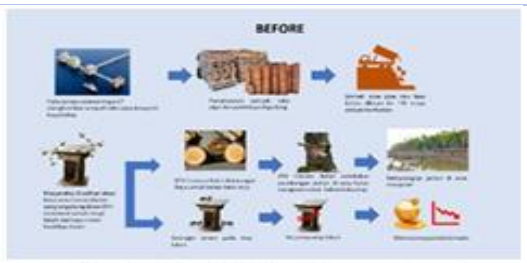
11	**Petrochina International Jabung Ltd - (Minyak)**	**Penggunaan Scrap bekas dan pipa sisa kegiatan drilling untuk pembuatan launcher Oil Boom**

Sebelum adanya program, pada proses pengeboran terdapat timbulan limbah Non B3 berupa potongan pipa, scrap, dan besi bekas. Selama ini proses pengelolaan hanya disimpan pada workshop dan dibuang ke TPA. Limbah ini tidak hanya menambah biaya pengelolaan, tetapi juga berkontribusi pada dampak lingkungan yang negatif. Selain itu, untuk menangani tumpahan minyak, perusahaan masih mengandalkan instrument-instrument yang dibeli dari luar yang sering kali memerlukan biaya tinggi dan tidak selalu tersedia dalam jumlah yang cukup saat dibutuhkan.

Setelah adanya program, perusahaa melakukan fabrikasi terhadap scrap bekas dan pipa sisa dari kegiatan drilling untuk pembuatan launcher oil boom. Program ini bertujuan untuk memanfaatkan material yang sebelumnya dianggap limbah, sehingga mengurangi volume limbah yang dihasilkan dan memberikan nilai tambah bagi perusahaan. Pembuatan launcher oil boom dari scrap bekas dan pipa sisa tidak hanya mengurangi biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan peralatan baru, tetapi juga mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang ada.



	Inovasi ini tergolong dalam penambahan rantai nilai yang berdampak pada perusahaan, institusi kerjasama,masyarakat dan pembuangan akhir. Berhadapan dengan Circular Business Model tergolong Waste Embedded Value dimana dalam pelaksanaan program ini menghasilkan launcher Oil Boom dari pemanfaatan sampah scrap bekas yang dihasilkan. Value creation yang diperoleh dari program ini adalah dapat memanfaatkan jenis sampah scrap (absolut) sebesar 3.60 Ton dan penghematan biaya pengangkutan sampah sebesar Rp 61,200,000.	
12	**PT. Pertamina Hulu Energi - Offshore North West Java (PHE ONWJ)**	**Pemanfaatan Tube Pipa Bekas Kegiatan Pipeline Replacement and Repair Project (PRRP) sebagai Bahan Baku Stup Lebah di Desa Cemara Kulon**
	Sebelum adanya program, sampah tube pipa dan palet kayu bekas dari kegiatan PRRP menumpuk di TPS Marunda. Selain itu, Kelompok Tani Hutan (KTH) Cemara Kulon menghadapi berbagai masalah dalam budidaya lebah madu, seperti penurunan produksi madu akibat predasi semut, kualitas madu yang rendah dengan rasa asam, dan kesulitan mendapatkan bahan baku stup lebah yang menyebabkan harga per stup mencapai 7 juta rupiah. Setelah adanya program inovasi, sampah tube pipa dan palet kayu bekas di TPS Marunda dikirim ke Desa Cemara Kulon untuk dimanfaatkan oleh KTH sebagai bahan baku modifikasi stup lebah. Modifikasi ini meliputi penggantian kerangka stup lebah dari kayu pohon mangrove menjadi palet kayu, serta penambahan tube pipa bekas di bagian dasar stup lebah untuk mencegah predasi semut terhadap madu. Penggunaan palet kayu bekas sebagai bahan baku kerangka stup lebah memiliki beberapa Gambar 15b. Setelah Program Inovasi Gambar 15a. Sebelum Program Inovasi Gambar 14. Penghargaan Limbah Non B3 17 J. kelebihan, antara lain ramah lingkungan, biaya lebih rendah, dan proses pengerjaan yang lebih mudah karena palet kayu bekas sudah dipotong dan diproses terlebih dahulu. Hal tersebut berdampak pada penurunan biaya pembuatan stup lebah menjadi 5 juta rupiah per stup. Selain itu, modifikasi dengan menambahkan air pada tube pipa bekas di bagian dasar stup lebah untuk mencegah predasi semut juga dapat dimanfaatkan oleh lebah madu sebagai sumber air minum, yang meningkatkan produksi madu dari 250 ml per stup menjadi 750 ml per stup. Upaya modifikasi stup lebah tersebut berdampak pada waste embedded value (increase recycling dan upcycling), dimana tube pipa dan palet kayu bekas dapat menjadi stup lebah yang lebih bermanfaat. Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah pengurangan limbah padat non B3 tube pipa pada tahun 2023 sebesar 0,24 ton yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 1.161.236,-. Nilai tambah program inovasi ini berupa Rantai Nilai yang memberikan keuntungan pada perusahaan/produsen, konsumen, dan supplier sebagai berikut:	

<table>
<tr><td></td><td colspan="2"> 

Gambar 15a. Sebelum Program Inovasi

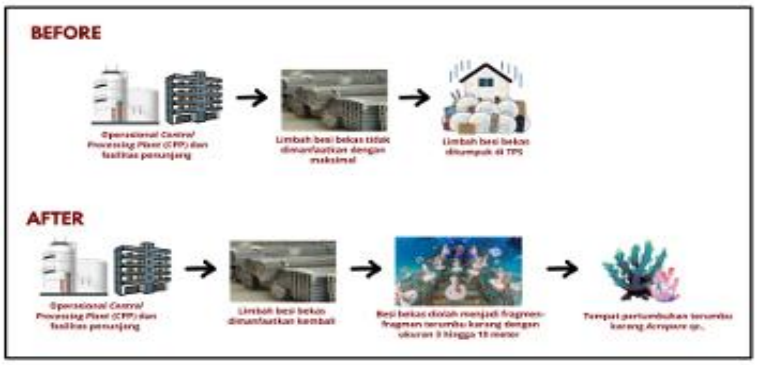
Gambar 15b. Setelah Program Inovasi</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Medco Energi Sampang Pty. Ltd.</td><td>Transformasi Limbah Non-B3 Menjadi Solusi Pengemasan Berkelanjutan</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Medco Energi Sampang Pty. Ltd. menghadirkan inovasi pengelolaan Limbah Non-B3 dengan memanfaatkan kembali limbah kertas yang dihancurkan (shredded paper) sebagai alternatif bahan pengemasan material di Gudang yang ramah lingkungan. Permasalahan Awal Pengemasan material di Gudang sebelumnya menggunakan plastic bubble wrap yang berasal dari bahan baku plastik yang tidak ramah lingkungan. Seperti yang diketahui plastik memiliki sifat non-biodegradable yang mana jika dibuang ke TPA dan tidak dilakukan pengolahan lebih lanjut akan berdampak buruk pada lingkungan. Lapangan Medco Energi Sampang Pty. Ltd. memiliki 2 (dua) lokasi Gudang yang berlokasi di Camplong, Sampang dan Grati, Pasuruan.</td></tr>
</table>

Sebelum adanya Gambar 8. Sertifikat Penghargaan LNB3 Transformasi Limbah Non-B3 Menjadi Solusi Pengemasan Berkelanjutan 13 Program kegiatan packing material masih menggunakan plastic bubble wrap yang tidak ramah lingkungan serta tumbulan limbah kertas langsung dibuang ke TPA tanpa ada pemanfaatan lebih lanjut. Kondisi setelah adanya program perusahaan dapat menurunkan timbulan Limbah Non-B3 kertas dengan pemanfaatan kembali Limbah kertas sebagai bahan packing ramah lingkungan dalam proses logistik, di samping itu hal ini juga dapat mengurangi konsumsi plastic bubble wrap. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah nilai tambah perubahan perilaku, Dampak lingkungan hidup yang dihasilkan adalah berupa penurunan timbulan Limbah Non-B3 kertas. Sebelum pelaksanaan program "Transformasi Limbah Non-B3 Menjadi Solusi Pengemasan Berkelanjutan" terdapat timbulan Limbah Non-B3 kertas di Sampang yang tercatat di 2023 sebanyak 198 Kg yang dibuang ke TPA, sedangkan setelah pelaksanaan program di 2024 seluruh timbulan Limbah Non-B3 kertas di Sampang dimanfaatkan kembali dalam bentuk shredded paper.

Program "Transformasi Limbah Non-B3 Menjadi Solusi Pengemasan Berkelanjutan" dilaksanakan di unit perkantoran proses pendukung operasi, dan telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2023 Dalam life cycle assessment produksi, unit perkantoran merupakan bagian dari Production. Pelaksanaan dari program ini, berdampak pada waste embedded value (energy recovery), karena termasuk dalam pengurangan Limbah Non B3.

14	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Donggi Matindok**	**METALLICA (Metal Recycle in Coral Fragment) sebagai Bentuk Konservasi Ekosistem Laut dan Pengembangan Wisata Lokal**

Besi bekas yang dihasilkan pada area fasilitas umum seperti Sport Facility, Office Building, dan Dormitory merupakan bahan yang sulit digunakan kembali tanpa adanya rekayasa bentuk atau perakitan, sehingga timbulan besi bekas terus bertambah tanpa adanya pemanfaatan kembali. Program METALLICA adalah program pemanfaatan besi bekas dari kegiatan pada fasilitas pendukung yang tidak berkaitan dengan proses untuk dijadikan satu rangkaian coral fragment berukuran 3 meter dan 10 meter yang kemudian diletakkan pada laut lepas pantai di area Kilo 5, Luwuk, Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah. Metal recycle in coral fragment menjadi sarana konservasi terumbu karang Acropora sp. yang berhabitat di area Pantai Kilo 5 dan menjadi salah satu destinasi objek wisata.



Gambar 13. Skema *Before After* Inovasi

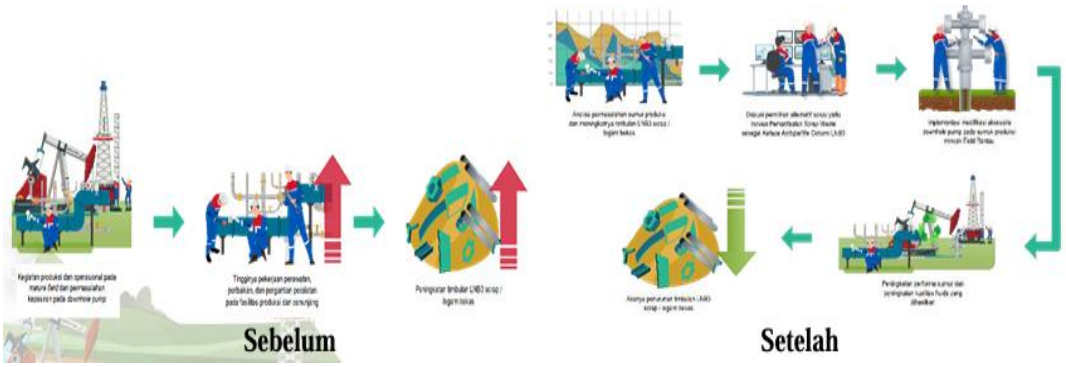
Pada kondisi sebelum program diimplementasikan, besi bekas tidak termanfaatkan secara maksimal. Namun, setelah program diimplementasikan, limbah besi bekas dapat didaur ulang menjadi coral fragment atau struktur terumbu karang buatan untuk konservasi terumbu karang di Laut Kilo 5. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah layanan produk dimana perolehan keuntungan perusahaan berupa pengurangan limbah besi bekas dengan nilai program absolut sebesar 4,65 ton sebagai sarana konservasi terumbu karang yang menunjang perbaikan lingkungan dan penghematan biaya sebesar Rp 35.000.000,-. Keuntungan bagi pihak ketiga melalui inovasi ini yaitu terciptanya kolaborasi perusahaan dengan berbagai pihak.

PT Pertamina EP Donggi Matindok Field bekerja sama dengan Dinas Pariwisata Kabupaten Banggai dan Universitas Muhammadiyah Luwuk untuk menentukan area konservasi terumbu karang dan mendesain serta membuat rangkaian coral fragment. Selain itu, dalam pemasangan coral fragment di Laut Kilo 5, perusahaan juga berkolaborasi dengan komunitas penyelam seperti Yayasan Banggai Oceanic, Apogon Diving Club, Luwuk Scuba Diving Club, dan Luwuk Freedive Club untuk menciptakan aksi nyata konservasi terumbu karang. Kegiatan konservasi ini juga turut dihadiri oleh organisasi Save Turtles dari Republik Ceko. Keuntungan yang diperoleh dari aspek lingkungan adalah terciptanya kawasan konservasi terumbu karang Acropora sp. seluas 55 m2.

15	**PT Pertamina EP Asset 1 - Field Rantau**	**Program Pemanfaatan Scrap Waste sebagai Katapa Ambipartite Column LNB3 untuk mengatasi masalah kepasiran pada sumur produksi.**

Sebelum program, Perusahaan menghadapi peningkatan limbah LNB3 scrap dari aktivitas perawatan dan penggantian peralatan, serta rendahnya lifetime operasional sumur akibat pasir. Belum ada alat yang optimal untuk memisahkan pasir dari sumur produksi.

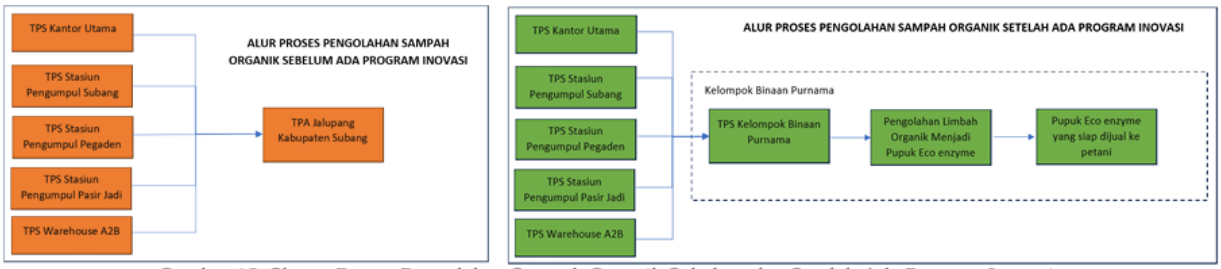
Setelah progra, Pemanfaatan scrap waste sebagai Katapa Ambipartite Column LNB3 meningkatkan kinerja sumur dengan memperpanjang lifetime operasional dan mengurangi frekuensi sumur off karena masalah kepasiran. Program ini mengurangi limbah LNB3 scrap, mengurangi kebutuhan layanan RIG, dan meningkatkan efisiensi operasional sumur. Program ini berada di unit wellhead yang masuk ruang lingkup kajian LCA 2023, dengan ruang lingkup Production.



Pemanfaatan scrap waste sebagai aksesoris downhole pump untuk mengatasi kepasiran pada sumur produksi. yang berdampak pada perubahan komponen dengan nilai tambah perubahan rantai nilai, dimana terjadi process improvement dan keuntungan. Penurunan timbulan limbah non B3 scrap sebesar 0,098 Ton, setara penghematan biaya RIG service Rp6.693.750.000,00, peningkatan lifetime operasional sumur 4623,5 hours, dan zero accident. Bagi Pihak Ketiga: Keuntungan biaya NDT yang diperoleh pihak ketiga kontraktor sebesar Rp1.000.0000,00 dan zero accident. Bagi Konsumen: Peningkatan kualitas crude oil yaitu kualitas produk sangat baik dengan pengotor %Vol BS&W jauh dibawah batas maksimal RU-IV.

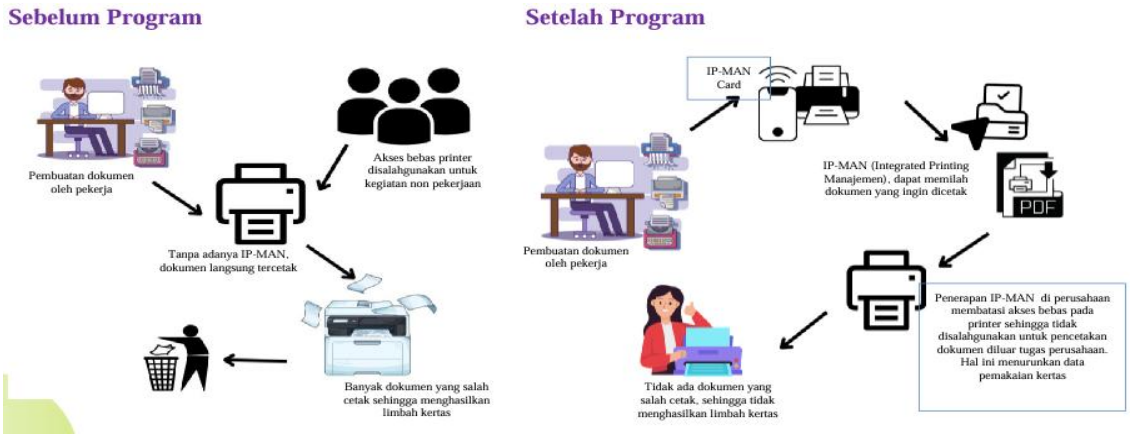
16	**PT Pertamina EP Asset 3 - Field Subang**	**Recycle Sampah Organik Menjadi Pupuk Eco-Enzyme Bekerjasama Dengan CSR Purnama**

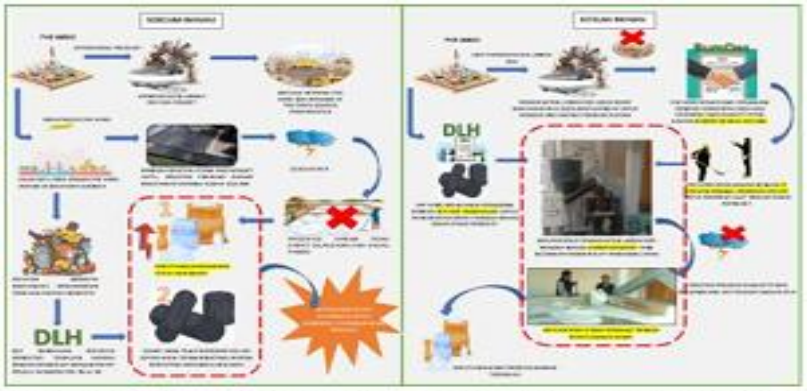
Pertamina EP Asset 3 Field Subang adalah sebuah badan usaha eksplorasi Minyak dan Gas. Dalam menjalankan usahanya terdapat kegiatan produksi dan kegiatan domestic yang menghasilkan Limbah Non B3. Salah satu timbulan limbah Non B3 yang Dominan adalah limbah organik yang berasal dari sisa makanan seperti sisa buah dan sayu dan limbah organik yang bersumber dari sampah taman dan kebun. Disisi lain PT Pertamina EP Asset 3 Filed Subang juga memiliki program Corporate Social Responsibility (CSR) dengan kelompok binaan Purnama di Desa Compreng Kabupaten Subang.



Gambar 15. Skema Proses Pengolahan Sampah Organik Sebelum dan Setelah Ada Program Inovasi

Nilai tambah dari program inovasi ini berupa perubahan rantai nilai (value chain optimization). Keuntungan yang diperoleh perusahaan sebagai produsen adalah penghematan biaya operasional pengelolaan sampah sebesar Rp26.400.000. Berkat adanya program ini anggota koelompok binaan Purnama sebagai pihak ketiga mendapatkan penghasilan tambahan rata rata mencapai Rp. 1.100.0000 / bulanya. Dalam 1 tahun rata rata petani mangga dapat menghemat biaya pembelian pupuk sebesar kurang lebih Rp. 2.000.000 / hektar lahan berkat menggunakan pupuk eco enzyme. Program inovasi ini berhasil memanfaatkan Limbah Non B3 organik sebesar 1,2252 Ton pada tahun 2024. Pelaksanaan program ini melibatkan beberapa supplier antara lain PT Pertamina EP Asset 3 Field Subang sendiri dan masyarakat Desa Compreng yang menyuplai limbah organic seperti sisa buah, sayur, daun dan akar. Selain itu juga terdapat Kelompok Binaan Purnama yang menyuplai mesin pencacah untuk mencacah limbah organik yang akan diproses menjadi eco enzyme.

	mengolah sampah organik menjadi produk baru yaitu pupuk eco enzyme. Pemanfaatan limbah Non B3 yang diolah menjadi pupuk Eco enzyme yang bermanfaat merupakan sebuah bentuk Wasted embedded value dalam konsep Circular bussines model yang termasuk dalam kategori End of use recycling.	
17	**PT Pertamina EP Asset 3 - Field Tambun**	**IP – Man: Efisiensi Penggunaan Kertas Melalui Percetakan Terintegrasi**
	penggunaan kertas di perkantoran sering tidak terkontrol karena padatnya pekerjaan dan akses bebas ke printer, yang sering digunakan tidak hanya untuk kebutuhan perusahaan. Tidak ada pengawasan khusus dari fungsi SCM terkait permintaan kertas. Kesalahan dalam penulisan dokumen seperti laporan dan surat sering terjadi, sehingga pencetakan berulang diperlukan. Oleh karena itu, program IP-MAN, integrasi printing manajemen sebagai inovasi dalam efisiensi penggunaan kertas melalui percetakan terintegrasi. - Asal usul ide perubahan atau inovasi, Program Integrated Printing Management (IP-MAN) bertujuan mengontrol penggunaan kertas untuk mengurangi limbah. Sebelumnya, dokumen dicetak tanpa review, menyebabkan kesalahan dan menghasilkan limbah Non B3. Program ini menerapkan verifikasi dokumen sebelum dicetak, dan telah berjalan sejak 2020. Inovasi ini muncul untuk mengatasi masalah limbah perkantoran dan memperbaiki kondisi lingkungan melalui efisiensi penggunaan kertas.	
	Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa penurunan timbulan limbah non B3 berupa kertas bekas. Hingga tahun 2024 penurunan limbah kertas bekas mencapai 93.56 Kg yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 1.875.000,-. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa rantai nilai dengan perubahan sistem daur hidup timbulan limbah Non B3 yang dihasilkan dari kegiatan operasional perkantoran. Program inovasi ini merupakan perubahan sistem yang memberikan nilai tambah melalui perubahan perilaku dalam pengelolaan daur hidup limbah Non-B3 yang dihasilkan dari kegiatan operasional perkantoran.  	

18	**PT Pertamina Hulu Energi - West Madura Offshore (PHE WMO)**	**Siram Berbakat (Alat Kristalisasi Garam dengan Briket Berasal dari Sampah Masyarakat)**
	Fungsi dari penerapan Siram Berbakat adalah untuk mempermudah dan mempercapat proses produksi garam rakyat Banyusangka khususnya pada musim penghujan. Dengan adanya inovasi Siram Berbakat, proses evaporasi dan kristalisasi air garam dapat dipercepat dan tetap dapat dilakukan sehingga produksi garam rakyat tidak terganggu oleh adanya pengaruh cuaca. Implementasi program Siram Berbakat ini juga melibatkan berbagai pihak diantaranya adalah DLH Kab. Bangkalan melalui RDU De eL Ha sebagai bentuk Kerjasama dalam penyediaan dan pemanfaatan briket sebagai bahan bakar alat siram berbakat. Dampak lingkungan yang diperoleh dari inovasi ini adalah berkurangnya volume limbah besi dari pemanfaatan plat besi dan pipa tubing sebesar 1,58 Ton. Dengan penghematan biaya sebesar Rp348.033.000,00. Nilai tambah dari inovasi ini adalah perubahan rantai nilai dimana supplier dalam hal ini terdapat 2 supplier, yang pertama adalah perusahaan jasa kontraktor dalam pembuatan struktur bangunan dan memastikan kegitan kerjasama dalam operasional maintanance perusahaan dan yang kedua adalah DLH Bangkalan Bersama RDU De eL Ha PT Agung Jaya Bermitra sebagai supplier bahan bakar briket dan memastikan Kerjasama dengan desa binaan dan Bumdes Wijaya Kusuma, produsen selaku perusahan mendapatkan citra positif dari stakeholder dan proyeksi value creation mencapai Rp79.500.000  **Gambar 15** Inovasi Sebelum dan Sesudah Inovasi Siram Berbakat bagi konsumen sebagai penerima manfaat bahan bekas berupa plat besi dari sisa material proyek yang modifikasi menjadi sebuah meja kristalisasi garam berbahan bakar briket, hal ini juga sangat aplikatif dan telah diterapkan oleh Kelompok Binaan CSR dengan Badan Usaha Milik Desa (Bumdes) Wjaya Kusuma dalam menunjang kebutuhan produksi garam rakyat oleh masyarakat banyusangka.	
19	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Sangasanga**	**Inovasi Alat Penyerap Minyak Mentah Berbahan Limbah Rambut dan Scrap Logam Sebagai Pemeras**

	Inovasi Incubator Unggas dengan Memanfaatkan Plywood Bekas Sebelum adanya program, pada proses maintenance di well operation terdapat kegiatan untuk mengecek kondisi trunkline dengan melepas trunkline pada section-section tertentu. Proses maintenance ini menghasilkan timbulan ceceran minyak, ceceran minyak ini kemudian akan dibersihkan menggunakan wypall. Hal ini memberikan dampak timbulan limbah meningkat. Pada kegiatan di workshop menghasilkan limbah pada non b3 yaitu scrap logam yang dihasilkan dari kegiatan welding, pengelasan serta pemotongan tubing. Limbah scrap logam nantinya akan dibuang menuju TPA tanpa pengelolaan yang akan mengganggu estetika area perusahaan dan mencemari lingkungan. Gambar 19. Skema Sebelum Program Gambar 20. Skema Sebelum Program Setelah adanya program, perusahaan melakukan penggantian majun dengan memanfaatkan limbah non b3 berupa rambut yang dijadikan sebagai absorben minyak. Untuk meningkatkan efektivitas absorben tersebut perusahaan melakukan fabrikasi alat pemeras yang dibuat dari limbah non B3 scrap bekas limbah welding dan pemotongan tubing. Alat pemeras dibuat dengan memanfaatkan limbah non b3 scrap bekas yang secara langsung akan mengurangi timbulan limbah non B3 bekas yang menuju TPA. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa layanan produk. Keuntungan bagi perusahaan mampu mengurangi timbulan limbah non B3 jenis scrap logam sebesar 0,05 ton di tahun 2023. Selain itu, program ini juga berhasil menghemat biaya tahun 2023 sebesar Rp 33.000 dengan anggaran Rp 15.750.000. Inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor Migas EP atau Menurut Best Practice 2019-2023 dari KLHK belum pernah diimplementasikan di sektor Migas EP Program inovasi ini terletak di unit Well Operation termasuk dalam ruang lingkup kajian LCA yang berdampak pada mengurangi dampak Global Warming Potential (GWP) sebesar 0,2582 Kg CO2eq.
20	**Premier Oil Natuna Sea B.V.**	**PENGOLAHAN BIJI PLASTIK UNTUK MINYAK DAN SISIR**
	Sebelum dilakukan program inovasi, perusahaan menghasilkan limbah plastik dari fasilitas pendukung yang berkaitan dengan proses sebesar 21,5 ton/tahun. Limbah plastik kemudian diangkut ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) untuk dibuang. Metode ini berkontribusi pada penumpukan sampah di TPA dan berdampak negatif pada lingkungan dalam jangka panjang. Sehingga dilakukan kerjasama dengan pihak ketiga untuk memanfaatkan sampah plastik. Gambar 8.1 Penghargaan 3R Limbah Padat Non B3 17 Berdasarkan permasalahan tersebut, Premier Oil Natuna Sea B.V. (Harbour Energy) melakukan inovasi “Pengolahan Biji Plastik untuk Minyak dan Sisir” yang tergolong perubahan sub sistem dimana terjadi perubahan alur proses, yang dilakukan oleh perusahaan.	

Gambar 8.2 Pengolahan Biji Plastik untuk Minyak dan Sisir

Setelah dilakukan program inovasi, limbah plastik yang ada dimanfaatkan melalui pengolahan menjadi biji plastik untuk nantinya digunakan sebagai pembuatan minyak dan sisir. Program ini dilaksanakan di unit solid waste treatment yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Dalam life cycle assessment produk natural gas dan minyak, unit tersebut termasuk dalam ruang lingkup Production. Pada tahun 2023, terdapat penurunan sampah plastik di landfill sebesar 18,015 ton yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 135.112.500,-. Adapun nilai tambah yang didapat berupa perubahan rantai nilai (waste embedded value) yang memberikan keuntungan pada banyak pihak, antara lain; pada produsen/perusahaan dengan keuntungan ekonomi dari penghematan biaya pembuangan ke landfill dan reputasi di mata stakeholder melalui program yang ada.

21	**JOB Pertamina - Medco E&P Tomori Sulawesi**	**Toko Pak Sanof (Batako Pakai Sand Off-Spec)**

Gas yang dihasilkan dari sumur produksi, memiliki kandungan H2S yang sangat tinggi, yaitu sekitar 700 ppm atau 0.7% mol. Untuk menjaga kesehatan dan keselamatan lingkungan, gas asam tersebut harus dibakar atau diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan (udara). Dalam operasi normal unit konversi gas asam, SO2 yang terkandung dalam gas akan diolah kembali dan dikonversi menjadi produk samping Asam Sulfat (H2SO4), sedangkan dalam keadaan darurat gas asam akan masuk ke unit Thermal Oxidizer (TOX) dimana gas hasil pembakarannya dibuang langsung ke udara. Sebelum gas diolah dalam unit TOX, H2S akan diolah terlebih dahulu dalam unit H2S adsorber yang menggunakan media H2S scavenger (Sulfatreat) dalam bentuk pasir.

Gambar 14.Program Pemanfaatan Pasir Off-Spec

Bagi perusahaan sebagai produsen, total nilai tambah yang diperoleh JOB Tomori sebesar Rp2.000.000 yaitu penghematan biaya transportasi sampah dan penghe matan pembelian pasir beton. Dari sisi konsumen, program Toko Pak Sanof memberikan keuntungan bagi masyarakat berupa penghematan kebutuhan pasir untuk pembuatan batako dan pembangunan PAUD sebesar Rp857.143. Dari sisi lingkungan, inovasi ini dapat menu runkan timbulan limbah non B3 sampah inert pada tahun 2024 sebesar 5 ton. Sedangkan dari sisi supplier, program ini memberikan manfaat bagi kontraktor yang melakukan persiapan dan pengujian sampel beton dengan biaya sebesar Rp3.300.000.

22	**PT Pertamina Hulu Energi - Jambi Merang**	**Onion Peel For Bemisia Tabaci Control (Oni BeTaCo)**

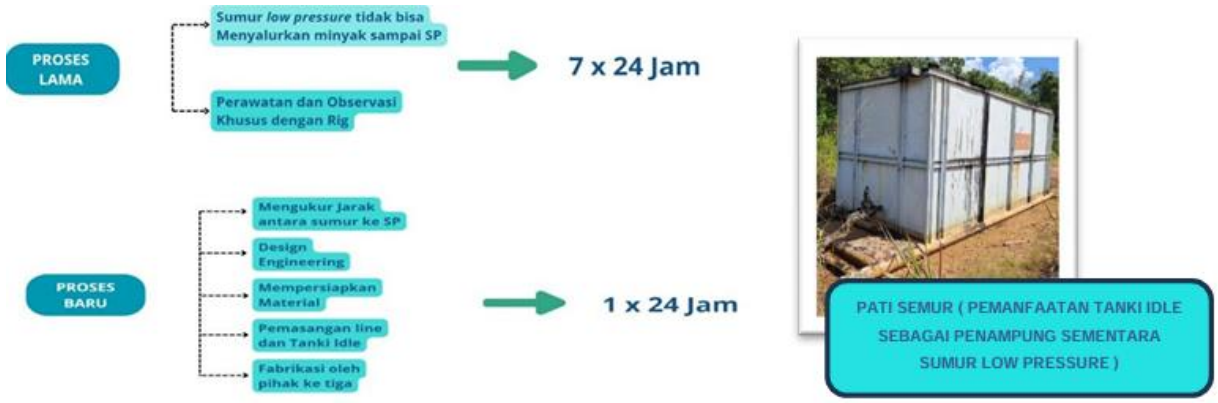
Sebelum adanya program, sebagian besar sampah yang berasal dari sampah dapur kantin PHE Jambi Merang dibuang ke TPA. Salah satu jenis sampah kantin tersebut adalah sampah kulit bawang yang berpotensi mencemari lingkungan. Selain itu, PHE Jambi Merang juga mengalami masalah di nursery area PHE Jambi Merang dan greenhouse Desa Mendis sebagai desa binaan, berupa terganggunya pertumbuhan tanaman akibat adanya hama Bemisia tabaci (kutu kebul). Tanaman yang terserang hama Bemisia tabaci mengalami gejala keriting daun, klorosis (menguning), belang (mozaik), serta jika serangan sudah parah dapat menyebabkan tanaman menjadi kerdil dan tidak produktif.

Gambar 17. Skema Perubahan Program Oni BeTaCo

Setelah adanya program inovasi, limbah kulit bawang merah dan putih disortir dan dikumpulkan untuk dimanfaatkan menjadi larutan Oni BeTaCo. Dalam proses pembuatannya, limbah kulit bawang akan direndam air dan larutan EM4 dengan perbandingan 1 liter air : 20 ml EM4. Campuran larutan tersebut akan didiamkan selama 3 hari agar kandungan sari kulit bawang larut dalam air. Larutan hasil perendaman tersebut selanjutnya disaring dan ditempatkan dalam botol semprot, sedangkan sisa kulit bawang hasil penyaringan dapat dijadikan kompos. Larutan Oni BeTaCo dalam botol semprot sudah siap diaplikasikan pada tanaman yang terserang hama Bemisia tabaci. Sebagai biopest control, larutan Oni BeTaCo dapat disemprotkan pada daun tanaman di pagi dan sore hari. Upaya pembuatan larutan Oni BeTaCo tersebut berdampak pada waste embedded value (increase recycling), dimana larutan Oni BeTaCo dari kulit bawang dapat digunakan untuk membasmi hama Bemisia tabaci di nursery PHE Jambi Merang dan greenhouse Desa Mendis.

23	**PT. Pertamina EP Asset 1 - Field Ramba**	**PATI SEMUR Untuk Efisiensi Operasional Rig Dalam Upaya Pengurangan Sampah/Limbah Non B3 pada Kegiatan Rig**

Program ini muncul karena terdapat kendala pada produksi sumur kecil dan jarak relatif jauh maka aliran fluida tidak sampai SP sehingga tidak ada hasil test. Sehingga dilakukan perubahan dengan menempatkan Tanki Idle di dekat sumur. Tanki Idle tersebut adalah bejana yang digunakan untuk menampung fluida produksi sementara yang didesign sedemikian rupa sehingga fluida tertampung. Penggunaan Tank Idle ini hanya untuk sumur low pressure sehingga minyak keluar tidak bisa sampai SP dan sumur intermitten dimana minyak sewaktu-waktu dapat keluar. Solusi tersebut dapat mengurangi waktu perawatan sumur selama 7 (tujuh) hari sehingga berpotensi mengurangi limbah Non B3 atau sampah penggunaan kantong kresek pada kebutuhan konsumsi dan catering pekerja di rig.

	 Terdapat nilai tambah perubahan nilai kepada supplier terkait adanya delivery pekerjaan dan kebutuhan material serta jasa instalasi kepada kontraktor rekanan Field Ramba terkait program PATI SEMUR. Perbaikan Lingkungan yang dihasilkan dari inovasi ini adalah pengurangan pemakaian plastic dan kresek sebesar 0,225 ton pada tahun 2023 serta penghematan sebesar Rp. 1.875.500,00. Kegiatan ini belum pernah dilakukan pada industry hulu migas sehingga inovasi ini dapat dikategorikan sebagai unsur kebaruan dan belum terdapat dalam buku Best Practice PROPER tahun 2019 sampai 2023. Dokumen lengkap Inovasi terdapat pada lampiran Laporan Inovasi PLNB3 2024 PATI SEMUR.
24	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Adera**	**Transfiguration of Organic Waste Starch and Fiber to Biofoam**
	Bagi Produsen atau Perusahaan, mengurangi timbulan sampah organik di perusahaan dan mampu mengurangi biaya pembelian kemasan atau wadah seharga Rp. 11.325.000. Bagi Supplier, Supplier bahan baku sampah organik yang kurang yaitu Bank Sampah Kabupaten PALI bersama masyarakat dimana Bank Sampah Kabupaten PALI bersama masyarakat mendapatkan keuntungan berupa pembelian bahan baku sampah organik untuk pembuatan biofoam seharga Rp. 2.700.000 serta bagi supplier bahan cetakan pembuatan biofoam, memberikan keuntungan sebesar Rp. 530.000.	

Gambar 14. Program Transfiguration Organic Waste to Biofoam

Bagi Konsumen, biofoam ini mampu menggantikan produk-produk tidak ramah lingkungan yang selama ini menjadi kemasan sehari-hari serta meningkatkan nilai branding usaha sebagai usaha yang eco friendly. Penghematan yang didapat dari inovasi ini adalah dapat menghemat biaya pembelian biofoam dibanding kemasan non degradable sebesar Rp 3.206.000. Program ini memiliki unsur kebaruan yang belum ada dalam daftar buku Best Practice dan Inovasi Industri PROPER 2020, 2021, 2022 dan 2023 serta kegiatan ini telah diverifikasi oleh LPPM Universitas Diponegoro.

25	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Limau**	**RATU MAYOR (Program Utilisasi Tubing Ex-Used menggunakan Metode Laser Rust Remover dengan Jet Spray Kompresor untuk Reaktivasi Sumur Produksi Migas)**
	Program utilisasi tubing ex-used menggunakan metode laser rust remover dengan jet spray kompresor untuk reaktivasi sumur produksi migas adalah inovasi yang dilatarbelakangi limbah tubing ex-used yang mengandung scale rust yang belum terkelola. Sebelum program, Tubing ex-used biasanya hanya dibiarkan di warehouse atau tidak didaur ulang. Atas hal tersebut perusahaan berinisiatif untuk melakukan perubahan sistem berupa sustainability mobility dan material efficient manufacturing, melalui kegiatan pengelolaan limbah tubing ex-used dengan Laser Rust Remover Jet Spray Compressor untuk menghilangkan rust yang berada pada bagian terdalam Skema Sesudah Program Gambar 15. Impelementasi Ratu Mayor tubing. Dengan proses ini, tubing ex-used memenuhi standar untuk dimanfaatkan dalam mendukung proses produksi yaitu sebagai substitusi pembangunan line fuel gas untuk reaktivasi sumur Produksi Migas. Inovasi ini berasal dari perusahaan sendiri dan belum pernah dilakukan di Sektor Migas EP dan tidak terdapat pada buku Best Practice tahun 2018 - 2023 sehingga mendapat kategori pioneer di industri migas Indonesia. Inovasi ini telah diverifikasi oleh LPPM Undip tahun 2024.	

Gambar 15. Impelementasi Ratu Mayor

Perbaikan lingkungan penerapan dari strategi praktis ekonomi sirkuler masuk dalam prinsip 1 yaitu menyesuaikan masukan ke sistem setara dengan tingkat kemampuan regenerasi yang termasuk dalam klasifikasi menghemat energi dan material (yaitu meningkatkan efisiensi energi, produktivitas sumber daya, virtualisasi produk, dll). Perbaikan lingkungan penerapan dari circular business model berdasarkan four types of wasted value dengan nilai perbaikan lingkungan wasted embedded value. Perbaikan lingkungan akibat penerapan Life Cycle Assessment berupa waste dimana terdapat upaya pengurangan sampah melalui pemanfaatan tubing ex-used untuk reaktivasi sumur produksi. Selain itu masuk kedalam use dimana aspek nilai pelaksanaan inovasi dapat menghilangkan pemakaian bahan atau tidak menghasilkan limbah berupa pemanfaatan tubing ex-used untuk reaktivasi sumur produksi migas sehingga tidak membeli/menggunakan bahan tubing baru dan mengurangi limbah Non B3 berupa besi bekas. Program ini merupakan program yang berjalan pada unit yang dikaji dalam batasan LCA dimana lokasi merupakan hotspot GWP dan Photochemical Oxydation.

26	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Pendopo**	**UPIC (Upcycling besi bekas menjadi Conveyer)**
	Masalah awal yang mendasari inovasi ini adalah adanya timbulan besi bekas yang tidak termanfaatkan, dihasilkan dari kegiatan penunjang dan produksi serta kebutuhan alat angkat untuk kegiatan operasional di TPS.	

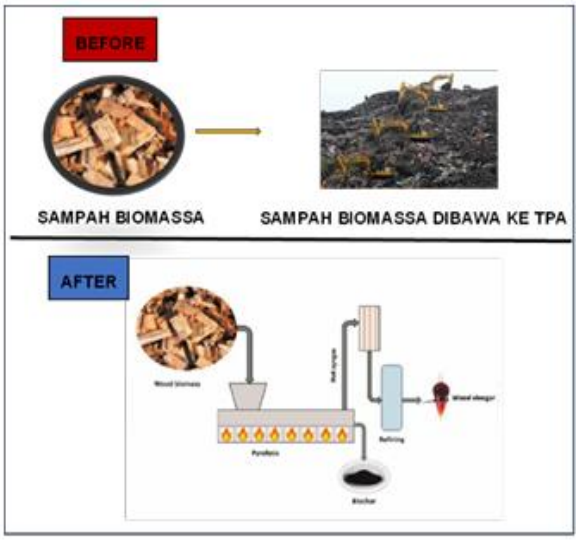
Potensi timbulan besi bekas Pendopo Field dari kegiatan penunjang dan produksi seperti pengeboran dan perawatan sumur. Inovasi ini baru pertama kali dilakukan di Indonesia atau menurut Best Practice 2019 s.d. 2023 dari KLHK belum pernah diimplementasikan di sektor 2 **Migas EP**. **Sebelum** adanya inovasi, besi bekas dari kegiatan produksi dan penunjang tidak dimanfaatkan dan disimpan di *warehouse*. **Setelah** dilakukan inovasi, besi bekas dikelola menjadi alat angkat conveyor untuk kegiatan operasional di TPS. Inovasi ini berdampak pada perubahan sub sistem dan berhasil memberikan dampak material efficient manufacturing berupa peningkatan efektivitas pekerjaan dan mengurangi timbulan limbah padat non B3 selama kegiatan produksi. Pembuatan alat conveyor memberikan dampak Perbaikan Lingkungan, yaitu melalui Pemanfaatan LNB3 sebesar **3,229 ton**.

Inovasi UPIC telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024 dalam ruang lingkup **Production**. Inovasi ini adalah hasil pemanfaatan peluang perbaikan lingkungan dengan menerapkan **Reagent Hazards Reduced** yang menghasilkan dampak kategori ***Waste Embedded Value*** **(Energy Recovery)**. Perbaikan lingkungan yang dihasilkan adalah berupa penurunan limbah padat Non B3 sebesar **3,229 ton** pada tahun 2023 dan penghematan sebesar **Rp37.422.096**. Nilai tambah dari program inovasi ini berupa **perubahan rantai nilai** dan keuntungan yang diperoleh dari program adalah bagi **perusahaan** adalah penghematan sebesar **Rp37.422.096**. **Masyarakat** memperoleh keuntungan sebesar **Rp35.000.000** untuk pembuatan conveyor. Bagi Suplier/vendor adalah menurunnya tingkat risiko kecelakaan kerja vendor menjadi **0 jam** dalam melaksanakan pekerjaan di TPS. Perubahan perilaku yang terjadi adalah meningkatnya kesadaran pekerja terhadap hubungan antara efektivitas waktu kerja dengan LB3.

Gambar 14. Operasional di TPS sebelum dan sesudah Inovasi UPIC

27	**PT Pertamina EP Asset 2 - Field Prabumulih**	**Pembuatan Asam Piroglineous dari Sampah Biomassa**

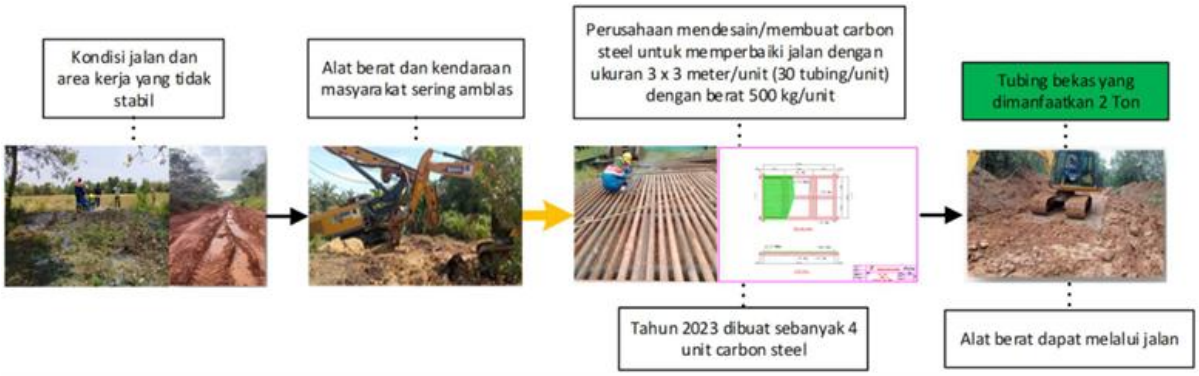
inovasi baru di PEP PBM yang belum pernah dilakukan di sektor Migas EP dan belum terdapat dalam daftar buku Best Practice dan Inovasi Industri Migas EP PROPER 2020- 2023. Program ini timbul atas keresahan akan keberadaan sampah biomassa khususnya sampah kayu, ranting, daun yang dalam pelaksanaannya hanya dikirimkan ke Tempat Pembuangan Akhir Sampah yang berada di Kota Prabumulih, hal tersebut memberikan dampak pencemaran lingkungan. Inovasi ini menggunakan metode pyrolysis dengan mengubah sampah organik menjadi larutan asam piroglineous yang bernilai ekonomis. Metode asam piroglineous menggunakan sampah biomassa seperti dahan atau ranting sisa tebangan, daun kering dengan menggunakan proses penyulingan melalui pembakaran biomassa dengan prinsip pyrolysis, proses pembuatan ini menghasilkan 2 produk; asam piroglineous dan arang aktif atau biochar.



Perbaikan Lingkungan dari inovasi ini ialah pengurangan timbulan sampah biomassa yang berada di Kantor PEP PBM dan Komperta sebesar 1,98 ton dan sampah biomassa Kota Prabumulih 346,26 ton pada Tahun 2023. Nilai tambah inovasi ini berada pada tingkat perubahan sistem (Sustainable City) dengan perubahan rantai nilai, dimana terjadi modifikasi perbaikan secara berkelanjutan sampah menjadi suatu asam piroglineous dari sampah biomassa yang bermanfaat bagi Masyarakat dan Kota Prabumulih. Selain dapat mengurangi pembelian asam formiat (B3) dengan menggunakan larutan asam piroglineous sebagai penggumpal lateks alami, serta dapat membantu meningkatkan pengurangan sampah organik di Kota Prabumulih sebesar 5,4% dari pemanfaatan sampah biomassa di Kota Prabumulih yang sudah dikelolah. Tim pengolah sampah biomassa dan komunitas prabumaggot indonesia dapat menghasilkan 66 liter/bulan. Keuntungan bagi supplier (kelompok pengelola asam piroglineous) ialah membuka lapangan pekerjaan sebagai Tim Pengelola sampah organik yang merupakan pihak ketiga dalam kegiatan ini, meningkatan perekonomian masyarakat karena harga asam piroglineous alami lebih murah, dan mencegah TPA overloaded pada awal tahun 2024 .

28	**PT. Pertamina Hulu Energi - Ogan Komering**	**Carbon steel**

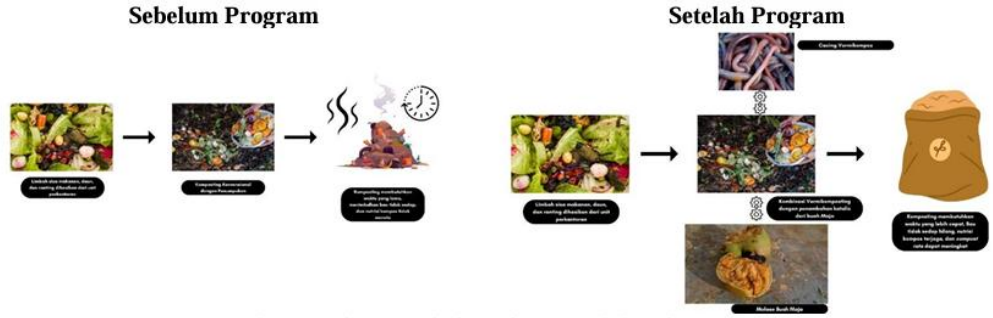
Permasalahan awal yang mendasari munculnya inovasi ini adalah keberadaan jalan menuju PHE OK yang merupakan jalan umum dan sering dilalui oleh masyarakat. Sekitar tahun 2023 intensitas hujan yang tinggi menyebabkan kerusakan pada kontur tanah sehingga banyak mobil operasional dan masyarakat terjebak dan berpotensi meningkatnya biaya sewa Alat Berat untuk melakukan perbaikan jalan akses di Field Ogan Komering.



Untuk mengatasi masalah tersebut, dilakukan inovasi dengan metode pemasangan Carbon Steel/Pipe Matting pada permukaan tanah dari tubing bekas yang dimodifikasi. Tubing ditempatkan di beberapa titik jalan yang tingkat kerusakannya sangat parah. Sebelum dilakukan inovasi, mobil operasional dan masyarakat selalu mengalami amblas yang menyebabkan terganggunya lalulintas dari dan menuju field PHE OK karena tidak adanya pipe matting di titik titik jalan yang kerusakannya sangat parah. Setelah adanya inovasi ini dimana PHE OK melakukan pemanfaatan tubing bekas yang dimodifikasi lalu ditempatkan di beberapa titik jalan yang kerusakannya parah hingga mampu menurunkan timbulan limbah padat non B3 berupa tubing bekas seberat 2 ton di tahun 2023.

29	**PT EMP Energi Riau**	**Kombinasi Vermikomposting dengan Katalis Molase Buah Maja (Aegle marmelos) untuk Meningkatkan Efisiensi Degradasi Bioenzimatik Bahan Organik**

Program Kombinasi Vermikomposting dengan Katalis Molase Buah Maja (Aegle marmelos) untuk Meningkatkan Efisiensi Degradasi Bioenzimatik Bahan Organik adalah upaya efisiensi perusahaan dalam mengelola limbah organik yang dihasilkan dengan penambahan katalis alami molase buah maja. Dengan adanya penambahan molase ini, dapat meningkatkan composting rate karena terjadi percepatan proses komposting yang dilakukan. Sebelum adanya program, Proses komposting di PT EMP Energi Riau dilakukan dengan metode konvensional yang sangat lambat dan kurang efisien. Sampah organik, seperti sisa makanan, dedaunan, dan rumput, hanya ditumpuk di area terbuka tanpa perlakuan tambahan, sehingga penguraian bahan organik mengandalkan aktivitas mikroorganisme alami yang berlangsung sangat lambat, sering kali memakan waktu 3-6 bulan. Ketidakseimbangan rasio karbon dan nitrogen dalam tumpukan menyebabkan dekomposisi tidak merata, dengan limbah daun yang mengandung serat tinggi terurai jauh lebih lambat dibandingkan sisa makanan, sehingga sering terjadi pembusukan parsial yang menghasilkan bau busuk dan penumpukan cairan leachate di dasar tumpukan. Proses ini juga tidak memberikan kontrol yang baik terhadap suhu dan kelembapan, faktor krusial dalam dekomposisi, sehingga tumpukan sering kali terlalu basah atau terlalu kering, yang menghambat aktivitas mikroorganisme aerobik.



Gambar 11 Skema Sebelum dan Sesudah Adanya Program

hingga tumpukan sering kali terlalu basah atau terlalu kering, yang menghambat aktivitas mikroorganisme aerobik. Setelah adanya program, PT EMP Energi Riau menerapkan pengolahan sampah organik dengan mengombinasikan metode vermikomposting dan penggunaan molase buah maja untuk mengatasi berbagai kelemahan yang sering ditemui pada pengomposan konvensional. Proses penguraian yang biasanya memakan waktu lama dan menghasilkan kompos berkualitas rendah dapat dioptimalkan dengan bantuan bioenzimatik seperti molase buah maja, yang kaya akan enzim enzim penting. Molase ini dibuat dengan menghancurkan 30 buah maja, kemudian dimasukkan ke dalam tong plastik berkapasitas 200 liter. Air beras dan air kelapa ditambahkan hingga mencapai ¾ volume tong, lalu tong tersebut ditutup dengan kertas koran atau karung dan disimpan selama 15 hari untuk fermentasi. Enzim-enzim yang dihasilkan dari proses fermentasi ini mampu mempercepat dekomposisi bahan organik, meningkatkan aktivitas mikroorganisme dan cacing tanah, yang berperan dalam vermikomposting. Penggunaan molase buah maja juga dapat mengatasi masalah masalah umum dalam pengomposan, seperti bau tak sedap dan ketidakseimbangan rasio karbon-nitrogen (C/N).

30	**PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur Daerah Operasi Bagian Selatan (DOBS)**	**Program U-GREEN (Used Cooking Oil Recycling for Environmental and Energy Needs)**

PHKT DOBS memiliki program CSR di sekitar area operasi yaitu program SEMUR CENDAWAN (Semai Jamur dengan Cerdas dan Berwawasan Pangan) di Kel. Waru. Pada kegiatan produksi jamur tiram, salah satu tahapannya yaitu proses sterilisasi baglog jamur melalui pemanasan baglog jamur supaya baglog jamur steril dari pertumbuhan bakteri, hama, ataupun jamur. Kegiatan sterilisasi dilakukan selama 6-8 jam sehingga membutuhkan bahan bakar yang cukup banyak. Masyarakat sebelumnya menggunakan gas LPG 3 kg sebagai bahan bakar. Hal ini menjadi menjadi permasalahan dikarenakan kebutuhan biaya yang cukup besar dan adanya kelangkaan gas LPG 3 kg. Adanya permasalahan kebutuhan bahan bakar ini mendorong PHKT DOBS berinovasi untuk mencari substitusi bahan bakar lain yaitu dengan memanfaatkan minyak jelantah sebagai bahan bakar melalui program U-GREEN (Used Cooking Oil Recycling for Environmental and Energy Needs).

Gambar 16. Kondisi sebelum dan sesudah program U-GREEN

Gambar 15. (A) Sistem program U-GREEN menggunakan KOMJEN BOSURYA dan SEMENJANA, (B) panel surya, dan (C) muatan alat SEMENJANA

Sebelum adanya program, timbulan minyak jelantah yang dihasilkan oleh Terminal Lawe dilakukan pengelolaan oleh pihak ketiga dan dibawa ke TPA. Sedangkan disisi lain, Kelompok Bintang Jamur menggunakan gas LPG 3 kg sebagai bahan bakar kegiatan sterilisasi jamur. Setelah adanya program, terjadi pemanfaatan limbah non B3 berupa minyak jelantah sebagai substitusi bahan bakar kegiatan sterilisasi jamur melalui program U-GREEN dengan menggunakan alat inovasi KOMJEN BOSURYA dan SEMENJANA. Inovasi ini pertama kali di implementasikan di Indonesia pada sektor EP Migas atau menurut Best Practices dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan belum pernah diimplementasikan di sektor EP Migas.

31	**PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur**	**MATERIAL (Maket Transformasi Residu Material)**

PHKT DOBU merupakan unit usaha bisnis di bidang minyak dan gas yang terletak di Kalimantan Timur. Kegiatan operasi produksi industri migas memiliki fasilitas pendukung yang tidak berkaitan dengan proses untuk mendukung kehidupan sehari-hari pekerja contohnya messhall, kitchen, klinik, fasilitas olahraga, dan sebagainya. Dari aktivitas di fasilitas tersebut menghasilkan timbulan limbah non B3 dengan berbagai jenis material contohnya limbah pipa PVC, kaca akrilik, kayu, kardus, selang, hingga komponen kabel bekas elektronik. Limbah material bekas ini selanjutnya dikelola melalui pembakaran menggunakan incinerator atau diserahkan kepada pihak ketiga.

Gambar 17. Skema sebelum dan setelah adanya program

Program MATERIAL (Maket Transformasi Residu Material) dilaksanakan di unit Utility System Terminal Santan yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2023. Dalam life cycle assessment produk minyak dan gas, unit Utility System Terminal Santan pada non-hazardous waste treatment termasuk dalam ruang lingkup Waste. Pelaksanaan program ini berdampak pada Waste Embedded Value (increase recycling), dimana terdapat pemanfaatan dan daur ulang limbah non B3 yang berjenis general waste menjadi maket. Penjelasan lebih detil terkait keberhasilan program inovasi ini dapat dilihat pada Sub Bab Dampak Lingkungan dari Program Inovasi.

32	**PT Pertamina Hulu Rokan - Bekasap Rokan**	**Pemanfaatan Limbah Botol Plastik oleh Bank Sampah Pematang Pudu Bersih**

Pengembangan program inovasi Pemanfaatan Pemanfaatan Limbah Botol Plastik oleh Bank Sampah Pematang Pudu Bersih Limbah Gambar 10. Penghargaan 3R Limbah Padat Non B3 Botol Plastik oleh Bank Sampah Pematang Pudu Bersih berasal dari perusahaan sendiri dimana ide program inovasi ini muncul karena adanya limbah botol plastik yang dihasilkan dari kegiatan di wilayah operasi Bekasap Rokan. Ide perubahan atau inovasi yang dilakukan perusahaan berasal dari adanya peluang untuk mengatasi permasalahan yang ada.

Gambar 11. Skema Perubahan Inovasi Bank Sampah Pematang Pudu Bersih

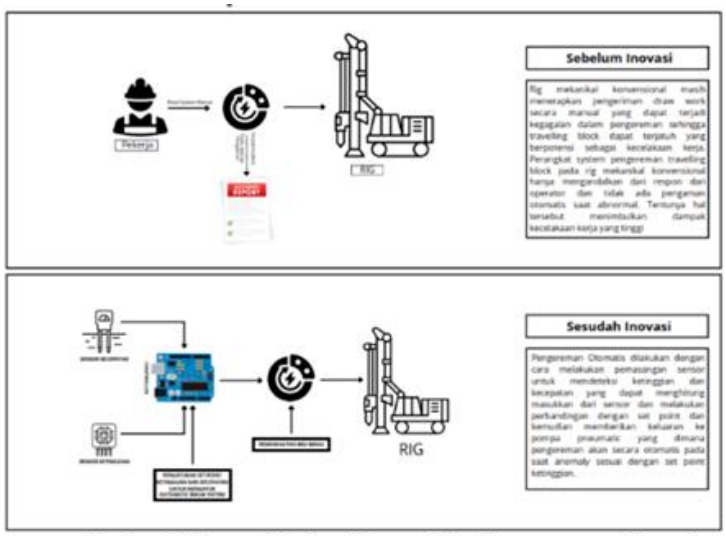
adanya peluang untuk mengatasi permasalahan yang ada. Sebelum adanya program inovasi, PT PHR WK Rokan-Wilayah Operasi Bekasap Rokan melakukan pengolahan limbah botol plastik dengan cara ditimbun pada fasilitas landfill. Setelah adanya program inovasi, Limbah botol plastik diolah menjadi barang tepat guna (ecobrick, tas, dsb) oleh mitra PHR Bekasap Rokan yang mengajak Masyarakat sekitar wilayah operasi. Terjadi penurunan limbah botol plastik yang dibuang ke lingkungan dengan adanya program inovasi ini. Gambar 11. Skema Perubahan Inovasi Bank Sampah Pematang Pudu Bersih Program Pemanfaatan Limbah Botol Plastik oleh Bank Sampah Pematang Pudu Bersih berdampak pada perubahan subsistem yang memiliki nilai tambah value chain optimization dilaksanakan di unit Proses Penunjang yaitu Pengelolaan Limbah Non B3 yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Dalam life cycle assessment produk crude oil, unit pengelolaan limbah non B3 termasuk dalam ruang lingkup waste.

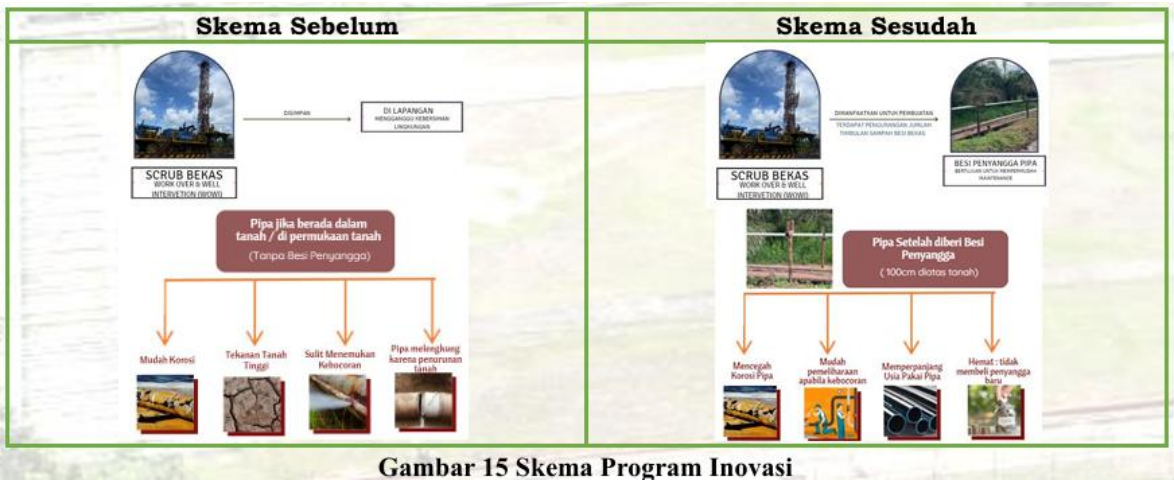
33	**PT Pertamina Hulu Rokan - Duri Steam Flood**	**Pengelolaan Sampah Kertas dan Plastik yang Bernilai Ekonomis Bagi Masyarakat Bathin Solapan**

Bank Sampah Sakai Indah Beromban Petani untuk mengolah sampah botol plastik dan kertas dari perusahaan. Program ini berdampak pada perubahan sub sistem dimana terjadi perubahan alur proses yang dilakukan oleh perusahaan. Kondisi sebelum adanya program adalah sampah yang dihasilkan dilakukan pemisahan di DSF kemudian diangkut ke IWMF Pematang tanpa adanya pemanfaatan atau pengelolaan lebih lanjut sehingga langsung ditimbun di landfill IWMF Pematang.

Gambar 11. Skema Inovasi Pengelolaan Sampah Kertas dan Plastik yang Bernilai Ekonomis Bagi Masyarakat Bathin Solapan

Setelah adanya program ini, berhasil mengelola sampah kertas dan sampah plastik sebesar 186,54 ton di tahun 2023. Adapun nilai tambah berupa perubahan rantai nilai yang didapat berupa: Produsen/Perusahaan (PT PHR WK Rokan Wilayah Operasi DSF) dapat menghemat biaya pengelolaan

	sampah ke TPA dan menurunkan timbulan limbah padat non B3 sebesar 186,54 ton dengan penghematan Rp 10.259.700 di tahun 2023. Konsumen yaitu masyarakat Bathin Solapan membuat kerajinan tangan dari hasil pemilahan sampah kertas dan plastik dengan omset bulanan Rp 10.000.000-Rp 15.000.000 setiap bulannya. Supplier bank sampah bekerja sama dengan pabrik (CV.	
34	**PT Pertamina EP Asset 4 Sukowati Field**	**Perangkat Pengereman Otomatis**
	Inovasi ini telah mendapatkan hak paten sederhana dengan nomor paten IDS000007312 pada tanggal 29 November 2023. Program Perangkat Pengereman Otomatis berdampak pada perubahan komponen dengan adanya perubahan Perangkat Pengereman Otomatis dimana terdapat modifikasi alat pada proses produksi. Kondisi sebelum adanya program: Rig mekanikal konvensional masih menerapkan pengeriman drawwork secara manual yang dapat terjadi kegagalan dalam pengereman sehingga travelling block dapat terjatuh yang berpotensi sebagai kecelakaan kerja. Perangkat system pengereman travelling block pada rig mekanikal konvensional hanya mengandalkan dari respon dari operator dan tidak ada pengaman otomatis saat abnormal. Tentunya hal tersebut menimbulkan dampak kecelakaan kerja yang tinggi dan penggantian breake system yang secara berkala sehingga timbulan Non B3 dalam proses Rig akan tinggi.  **Gambar 14 Skema Sebelum dan sesudah adanya program inovasi** (Sumber: Laporan Pelaksanaan Program Inovasi Aspek Pengurangan Limbah Non B3) Kondisi setelah adanya program: Perusahaan melakukan pemasangan sensor untuk mendeteksi ketinggian dan kecepatan yang dapat menghitung masukkan dari sensor dan melakukan perbandingan dengan set point dan kemudian memberikan keluaran ke pompa pneumatic yang dimana pengereman akan secara otomatis pada saat anomaly sesuai dengan set point ketinggian. Lebih lanjut, dalam pemasangan sensor, perusahaan memanfaatkan material besi bekas sebagai rumah sensor. Penggunaan kembali material ini tidak hanya mendukung efisiensi biaya, tetapi juga berkontribusi terhadap penurunan timbulan limbah yang dihasilkan sebelumnya.	
35	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Sangatta**	**Modifikasi Transfer Oil Piping System Melalui Heavy Metal Pipe Support Installation**
	Program ini merupakan program yang bertujuan untuk pemanfaatan limbah besi bekas dari Well Workover & Intervention/Service produksi di lapangan Sangatta. Sebelum program, besi bekas yang tidak digunakan disimpan di yard. Sehingga timbulan limbah besi scrap akan selalu meningkat tiap tahunnya. Setelah program melalui pemanfaatan besi bekas untuk penyangga Pipa yang berguna agar maintenance pipa lebih mudah karena posisi pipa menjadi 100 cm diatas tanah, sehingga jika terjadi kebocoran dapat mudah ditemukan dan mudah ditangani.	

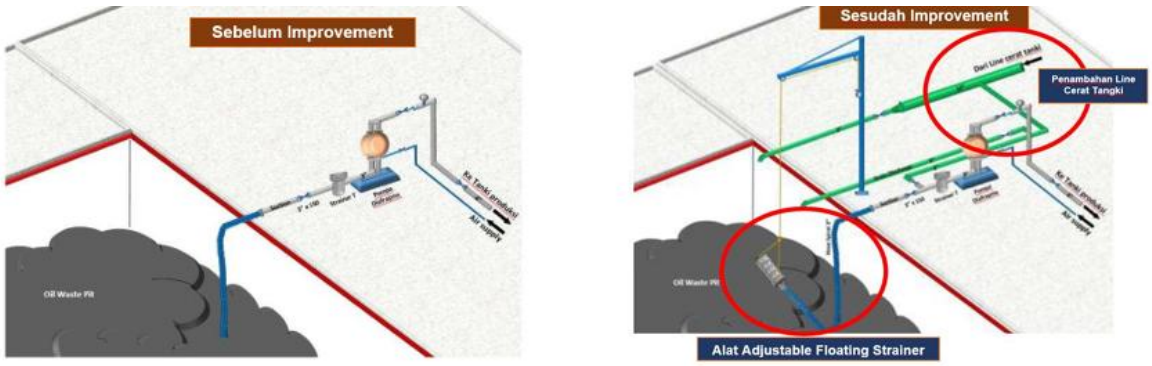


Gambar 15 Skema Program Inovasi

Program ini berada pada tahap siklus Raw material dengan kategori Waste as Inputs karena semula besi bekas dibuang begitu saja namun kini dimanfaatkan kembali. Kemudian dihadapkan pada Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema Waste Embedded Value dimana adanya penggunaan kembali (increase recycling) besi bekas sebagai penyangga pipa yang mampu mempermudah dalam maintenance pipa bila terjadi kebocoran.

36	**PT. Pertamina EP Asset 3 - Field Jatibarang**	**Adjusting Floating Strainer Wastepit**

PT Pertamina EP Jatibarang Field merupakan salah satu anak perusahaan dari PT Pertamina (persero) yang bergerak dibidang hulu migas terutama eksplorasi dan produksi minyak dan gas. Adapun permasalahan dominan dari permasalahan tersebut adanya banyak sampah rumput pada wastepit yang menyebabkan lubang filter tutup rapat sehingga suction kosong dan pompa tidak dapat menghisap cairan dan volume minyak yang menumpuk di wastepit SPU B dengan karakteristik minyak HPPO yang mudah membeku, sehingga untuk membersihkan filter harus dilakukan pembongkaran filter yang memakan waktu yang lama dan berpotensi meningkatkan terjadinya kecelakaan kerja.

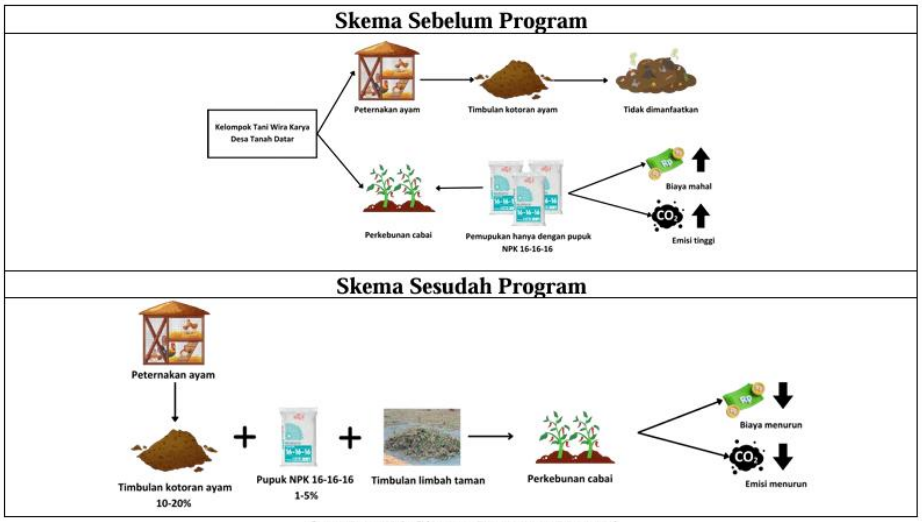


Product improvement yang dilakukan melalui program inovasi ini adalah meningkatkan efektifitas pemompaan air terproduksi dan meminimalisir lost hour recovery minyak jenis HPPO pada proses produksi, sehingga dengan adanya Pembuatan Adjustable Floating Strainer Leveling dapat membersihkan kotoran dan sampah yang menempel pada strainer, hanya dengan membuka valve recycle air cerat dapat dilakukan backwash strainer. Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa penurunan timbulan limbah padat non B3 pada tahun 2024 sebesar 0.024 ton dengan nilai penghematan biaya operasional

	sebesar Rp. 588.800 dan mencegah kerugian sebesar Rp.953.935.000.	
37	**PT Pertamina EP Sangatta Field - Lapangan Semberah**	**Formula Pupuk Cair Semi Organik Dari Pupuk Kandang Campuran Kotoran Ayam Pedaging (Gallus Domesticus) Dan Pupuk NPK 16-16-16 Pada Tanaman Cabai Merah (Capsicum annuum L.)**

Program Formula Pupuk Cair Semi Organik Dari Pupuk Kandang Campuran Kotoran Ayam Pedaging (Gallus Domesticus) Dan Pupuk NPK 16-16-16 Pada Tanaman Cabai Merah (Capsicum annuum L.) merupakan program pengolahan timbulan limbah taman dan kotoran ayam menjadi pupuk dengan kombinasi pupuk NPK 16-16-16 untuk menghemat modal yang dikeluarkan serta meningkatkan produktivitas tanaman cabai merah. Sebelum adanya program, kotoran ayam yang dihasilkan dari peternakan hanya dianggap sebagai limbah dan dibuang begitu saja ke lingkungan. Setelah program diterapkan, Perusahaan bersama Kelompok Tani Wira Karya Desa Tanah melakukan inisiasi pemanfaatan kotoran ayam untuk dijadikan pupuk semi organik. Untuk meningkatkan kualitas pupuk kotoran ayam diolah dengan mencampurkannya bersama pupuk NPK 16-16-16 dan limbah taman dari fasilitas penunjang perusahaan untuk menghasilkan pupuk cair semi organik. Inovasi ini memiliki unsur kebaruan karena belum pernah diterapkan ada perusahaan sejenis sektor industri Migas EP.

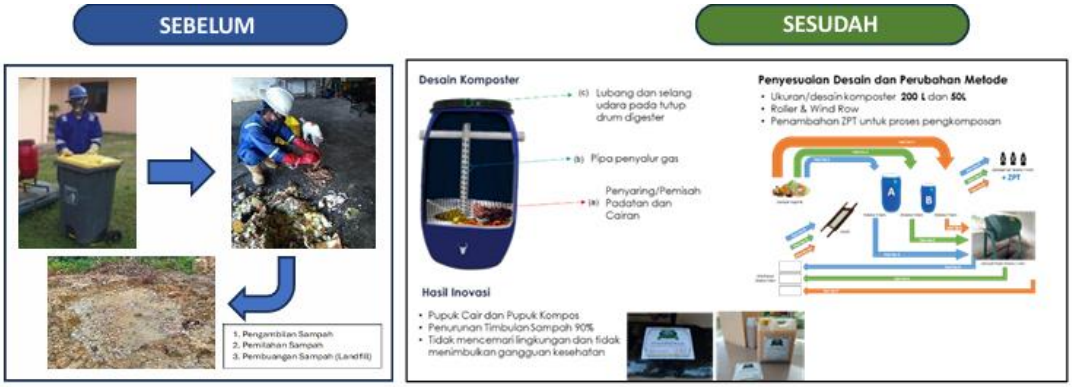
Program inovasi ini juga terintegrasi dengan kajian LCA yang yang berada pada unit proses CSR 2 (Pertanian Semi Organik) yang berada pada siklus Raw Material dengan kategori Waste as Input, sehingga dapat menurunkan dampak Global Warming Potential (GWP) sebesar 153,805 ton CO2eq. Value Creation dari adanya program ini yaitu mampu memanfaatkan limbah Non B3 Organik (absolut) sebesar 5,059 ton pada tahun 2023 dan penghematan biaya yang timbul adalah penghematan biaya pembelian pupuk sebesar Rp 141.638.000,00 dengan anggaran biaya sebesar Rp 8.150.000,00.



Gambar 13 Skema Program Inovasi

38	**JOB Pertamina - Medco E&P Simenggaris**	**Penerapan Program KOCAK (KOmpos CAir Kombinasi) untuk pengelolaan sampah organik in-situ**

Lapangan South-Sembakung merupakan lapangan gas on-shore yang berada di daerah terpencil yang jauh dari fasilitas pengolahan sampah kota maupun masyarakat. Jarak terdekat dari pemukiman permanen yang ramai adalah sejauh 20 km dan menempuh waktu perjalanan sekitar 60 menit, karena kondisi jalan yang tidak baik (jalan tanah). Permasalahan awal yang terjadi adalah perusahaan harus melakukan pengolahan sampah in-situ secara mandiri, sehingga diperlukan pengolahan sampah, khususnya domestik berupa sampah organik agar bisa dimanfaatkan untuk kepentingan perusahaan, lingkungan dan masyarakat sekitar.

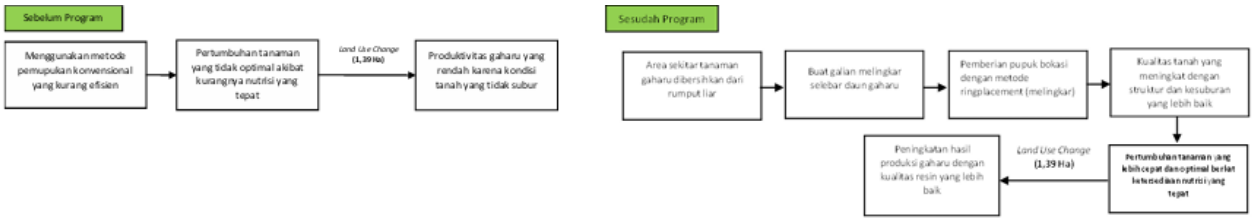


Perubahan Sub-Sitem. Menurut buku Best Practice 2019-2023 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, program ini belum pernah diimplementasikan di sektor Migas EP. Kondisi sebelum adanya program memanfaatkan sampah organik yang sebelumnya hanya ditimbun (controlled-landfill). Sedangkan, kondisi setelah adanya program inovasi ini, maka sampah organik dimanfaatkan dengan menghasikan pupuk kompos dan pupuk cair (KOCAK), hal ini yang membedakan metode KOCAK ini dengan metode pengkomposan biasa, karena bisa mempercepat proses pembusukan sampah (an-aerobic process) dan percepatan pematangan kompos dengan proses wind-row (open composting) secara berkelanjutan. Nilai tambah yang dilakukan dari sistem yang lama yang didapatkan dari inovasi ini adalah Perubahan Rantai Nilai (Value Chain).

F. Konservasi Kehati

No	Nama Perusahaan	Judul Inovasi
1	**PT. Pertamina Hulu Energi - NSO**	**Perlindungan Penyu Lekang dengan Metode Engineering Nest Protection dengan Instalasi Nest Chamber di Pesisir Desa Bentayan**
	Penyu Lekang (Lepidochelys olivacea) yang berstatus Vulnerable menurut IUCN tercatat pernah bertelur di pesisir Desa Bentayan, Aceh Utara, namun aktivitas masyarakat menyebabkan terganggunya habitat hingga pada 2023 tidak ada penyu yang naik ke pantai. Untuk memulihkan ekosistem, PHE NSO menjalankan Program Perlindungan Penyu Lekang dengan metode **Engineering Nest Protection** melalui instalasi **Nest Chamber** berupa struktur kayu berukuran 1,5x1,5 meter dengan jaring pengaman di sekelilingnya, guna melindungi sarang dari predator dan gangguan manusia. Program senilai Rp150 juta ini merupakan inovasi baru yang belum tercatat dalam buku *Best Practice Inovasi Pengelolaan Lingkungan Hidup* KLHK, masuk dalam klasifikasi pemulihan ekosistem dengan teknik rekayasa ekologi. Selain meningkatkan kelangsungan hidup telur penyu, program ini juga memperkuat ekosistem pantai, memasang papan edukasi konservasi, serta berhasil menghadirkan kembali 6 ekor Penyu Lekang yang naik ke daratan. **Gambar 6 Skema Sebelum dan Sesudah Perlindungan Penyu Lekang dengan Metode *Engineering Nest Protection* dengan Instalasi *Nest Chamber* di Pesisir Desa Bentayan**	
2	**PT Pertamina EP Asset 1 - Field Jambi**	**Penerapan Metode Pemupukan Ringplacement dengan Pupuk Bokasi untuk Menunjang Agrofrestri Tanaman Gaharu**
	Program **Pemupukan Ringplacement dengan Pupuk Bokasi** dikembangkan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman Gaharu di lahan agroforestri. Sebelum program, pertumbuhan Gaharu hanya 0,7–0,9 cm per bulan, jauh di bawah normal 1,3–3 cm, akibat rendahnya kesuburan tanah, minimnya bahan organik, serta kapasitas tanah yang lemah dalam menyerap nutrisi. Kondisi ini berdampak pada rendahnya produksi resin dan hasil agroforestri yang kurang optimal. Setelah penerapan metode ringplacement, pertumbuhan Gaharu meningkat menjadi 2,4 cm per bulan. Teknik ini dilakukan dengan membuat parit melingkar di sekitar tanaman untuk menempatkan pupuk bokasi dan rumput kering, sehingga nutrisi lebih efisien terserap, akar lateral berkembang, dan kesuburan tanah meningkat. Penerapan ini tidak hanya meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas resin, tetapi juga mendukung praktik agroforestri yang lebih berkelanjutan dengan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia.	

Inovasi ini merupakan yang pertama di sektor migas hulu Indonesia, masuk kategori **rekayasa ekologi** dengan nilai tambah rantai nilai. Berdasarkan kajian LCA, program mampu menurunkan dampak lingkungan *Land Use Change* sebesar -51.986 m². Value creation yang dihasilkan yaitu konservasi lahan 1,39 hektar dengan 400 pohon (Gaharu, Meranti, Jelutung, dan Mahoni) tumbuh subur pada tahun 2024, hanya dengan anggaran Rp2 juta, sekaligus mendukung pemulihan ekosistem secara berkelanjutan.



Gambar 15 Skema Sebelum dan Sesudah Inovasi Kehati

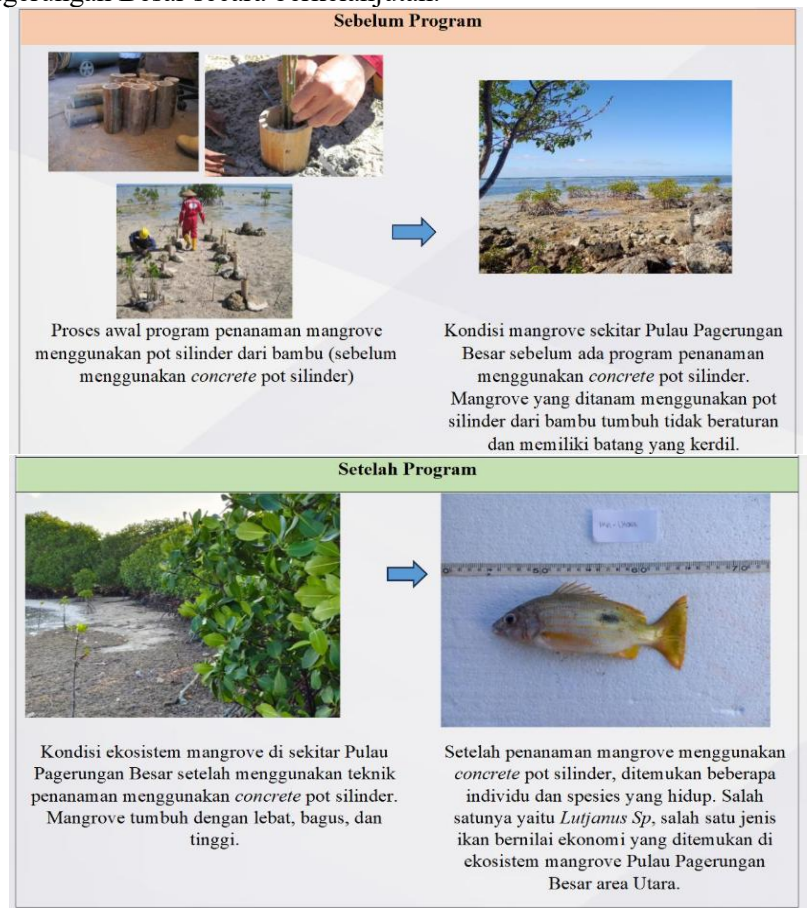
3	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Cepu**	**GERBANG BLORA (Gerakan Penanaman Buah Organik Lokal Nusantara)**
	Program **GERBANG BLORA** di Desa Ledok, Kabupaten Blora, hadir sebagai solusi pemanfaatan lahan kritis tidak produktif yang rawan kebakaran dengan mengembangkan Kebun Buah Desa melalui penanaman 1.500 pohon buah (Jambu Kristal, Jambu Deli Madu, dan Alpukat). Inovasi ini tidak hanya meningkatkan kesejahteraan masyarakat miskin ekstrem dengan proyeksi pendapatan Rp4,5 miliar per musim panen, tetapi juga mendukung pemulihan lingkungan melalui perluasan Ruang Terbuka Hijau seluas 4 Ha (2,91% dari total RTH Blora) serta peningkatan indeks keanekaragaman hayati menjadi 1,10 pada 2024. Selain memberi nilai tambah sosial-ekonomi dan membangun ekosistem berkelanjutan, kebun buah ini juga menjadi pusat edukasi dan percontohan yang menarik berbagai institusi pendidikan.	
4	**Kangean Energy Indonesia, Ltd.**	**CPOTS – LP "Penanaman Mangrove Di Lapangan Pagerungan Menggunakan Concrete Pot Silinde**

Sebelum Inovasi	Setelah Inovasi

Lapangan Pagerungan yang terletak di Pulau Pagerungan Besar, Laut Jawa, menghadapi ancaman abrasi yang berpotensi mengganggu operasional Kangean Energy Indonesia Ltd. Untuk mengatasi hal tersebut, perusahaan mengembangkan program inovasi **CPOTS–LP (Concrete Pot Silinder for Mangrove Planting)**. Inovasi ini menggunakan pot beton berbentuk silinder berdiameter 30 cm dan tinggi 40 cm yang dilengkapi lubang, sehingga akar mangrove dapat tumbuh keluar, lebih kokoh, dan tahan terhadap arus laut.

Sebelumnya, penanaman mangrove menggunakan pot bambu hanya menghasilkan tingkat keberhasilan hidup sekitar 58,8% dengan pertumbuhan kerdil, diameter batang rata-rata hanya 0,6–0,8 cm per tahun. Setelah penerapan concrete pot, tingkat keberhasilan mangrove jenis *Rhizophora stylosa* meningkat signifikan, mencapai lebih dari 66% pada kategori semai, tumbuhan bawah, hingga 100% pada kategori tiang. Program ini juga meningkatkan indeks keanekaragaman hayati makrozoobenthos di area Utara (2,62) dan Selatan (1,68), dengan biaya penanaman Rp122,4 juta.

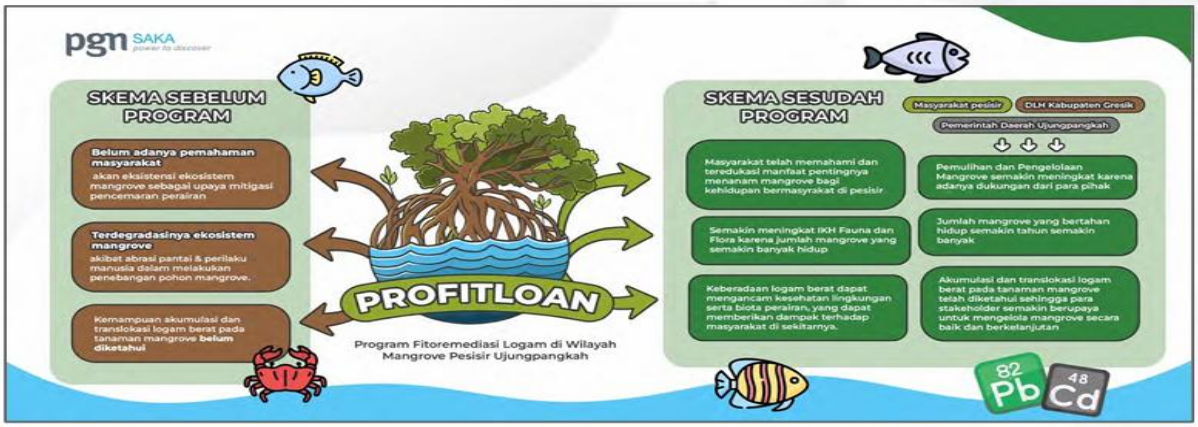
Selain manfaat ekologi, program CPOTS–LP memberikan nilai tambah ekonomi dan sosial. Melalui kolaborasi dengan masyarakat, program ini membentuk kesadaran untuk menjaga ekosistem pesisir serta membuka peluang usaha. Dari satu concrete pot, masyarakat memperoleh nilai ekonomi Rp35.000 per unit, dengan rincian harga bibit Rp7.500 dan jasa penanaman Rp8.500 per bibit. Dengan demikian, inovasi ini tidak hanya efektif dalam konservasi mangrove tetapi juga memperkuat kesejahteraan masyarakat Pulau Pagerungan Besar secara berkelanjutan.

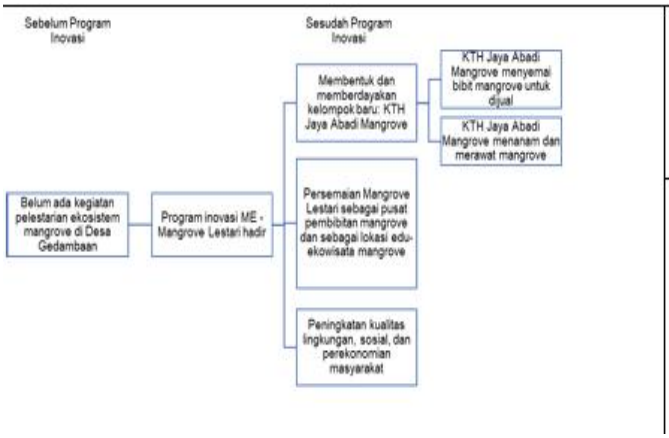
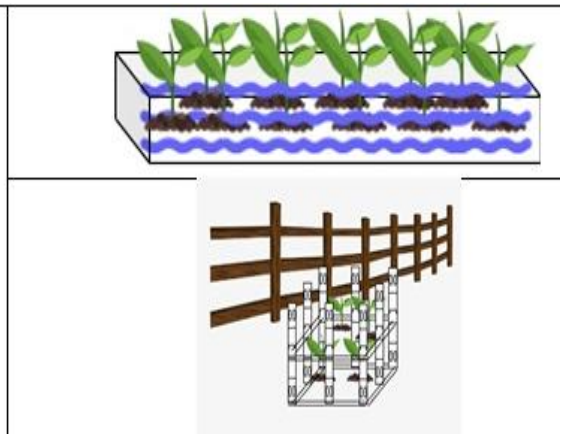


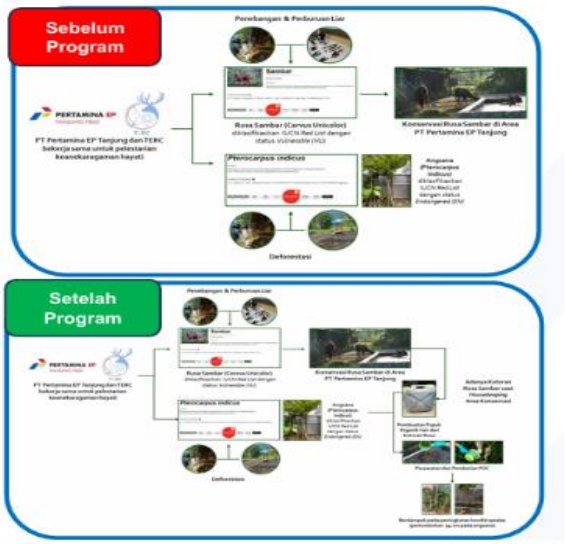
5	**Saka Indonesia Pangkah Limited**	**Inovasi Program Fitoremediasi Logam di Wilayah Mangrove Pesisir Ujungpangkah**

Unsur kebaruan dari inovasi ini adalah inisiatif berbasis ekosistem dengan pendekatan **Protection, Issue Specific, Infrastruktur, Manajemen, dan Restorasi**. Program Fitoremediasi Logam Berat di Wilayah Mangrove Pesisir Ujungpangkah (PROFITLOAN) memanfaatkan karakteristik mangrove *Rhizophora sp.* sebagai fitoremediator untuk mengakumulasi logam berat sekaligus melakukan fitostabilisasi di kawasan pesisir. Perubahan sub-sistem pengelolaan ini memberikan dampak pada peningkatan jasa ekosistem di wilayah pesisir.

Secara lingkungan, inovasi ini mampu menyerap logam berat sebesar 0,72–6,75 mg/kg dan mereduksi emisi hingga 4.379,44 ton CO_2 di tahun 2024 (naik 18% dibanding 2023). Nilai tambah lainnya adalah peningkatan keanekaragaman hayati dengan indeks flora stabil di H'=1,1 dan fauna meningkat menjadi 3,36. Dari sisi sosial-ekonomi, program ini memberikan tambahan pendapatan rata-rata Rp1,2 juta/bulan bagi masyarakat Desa Banyuurip serta memperkuat sinergi dengan Pemkab Gresik melalui MoU dengan DLH.



6	**PEARLOIL (Sebuku) Ltd.**	**PROGRAM ME-MANGROVE LESTARI**
	Program **ME-Mangrove Lestari** yang digagas PearlOil (Sebuku) Limited hadir untuk mengatasi ancaman terhadap ekosistem mangrove di Desa Gedambaan. Inovasi ini pertama kali diterapkan di sektor MIGAS EP Indonesia dengan mengombinasikan teknik tanam rumpun, bronjong, dan alat pemecah ombak (APO), serta pemberdayaan masyarakat pesisir melalui persemaian *self-irrigating container*. Metode ini meningkatkan ketahanan bibit terhadap ombak, material padat, dan hama, sehingga tingkat keberhasilan hidup bibit mencapai 55%—jauh lebih tinggi dibanding penanaman konvensional. Sejak 2022, program ini telah menanam lebih dari 10.000 bibit mangrove dan meningkatkan indeks keanekaragaman hayati ekosistem mangrove sebesar 0,21 H' pada tahun 2024 dengan anggaran Rp261 juta. Selain dampak ekologis, program ini memberikan manfaat sosial dan ekonomi. Lokasi penanaman berkembang menjadi pusat **eco-eduwisata** yang menarik kunjungan pemerintah daerah, instansi pendidikan, dan masyarakat luas. Melalui program ini, siswa, mahasiswa, dan masyarakat ikut serta dalam kegiatan pelestarian mangrove sekaligus memperoleh edukasi lingkungan. Secara ekonomi, program ini menghasilkan keuntungan Rp3.000 per bibit (dengan kapasitas produksi 20.000 bibit) dan menghemat biaya penyiraman hingga Rp1.020.000 per tahun. Dengan demikian, ME-Mangrove Lestari tidak hanya menjaga keberlanjutan ekosistem, tetapi juga mendorong nilai tambah bagi masyarakat pesisir.  	
7	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Tanjung**	**Konservasi Pohon Angsana (Pterocarpus Indicus) dengan Penambahan Nutrien dari Hasil Biodigester Kotoran Rusa Sambar**
	Sebelum adanya program, konservasi Pohon Angsana (Pterocarpus indicus) dilakukan secara konvensional melalui penanaman bibit atau stek batang, penyiraman rutin, namun tanpa penambahan pupuk organik. Hasilnya pertumbuhan pohon belum optimal, dengan rata-rata tinggi awal 93 cm, lingkar batang 7 cm, dan laju pertumbuhan sekitar 60 cm/tahun. Setelah adanya program, perusahaan mengimplementasikan konservasi dengan **penambahan pupuk organik cair dan padat** hasil biodigester kotoran Rusa Sambar yang dicampur limbah organik lainnya. Proses penguraian oleh mikroorganisme anaerobik menghasilkan nutrien penting (N 1,27%, P 0,43%, K 0,35%) yang meningkatkan pertumbuhan Pohon Angsana hingga tinggi 187 cm dengan lingkar batang 15 cm, atau tumbuh 94 cm lebih cepat dari metode sebelumnya. Program ini dijalankan bersama LSM Tanjung Environmental Research Center (TERC) sebagai upaya pelestarian spesies langka.	



Gambar 20. Skema Sebelum dan Sesudah Program Inovasi Perlindungan Keanekaragaman Hayati

Inovasi ini memiliki kebaruan karena belum diterapkan di sektor Migas EP sejenis, serta dikategorikan sebagai **Konservasi Berbasis Genom dan Pertanian Berkelanjutan**. Manfaat yang diperoleh antara lain peningkatan efektivitas konservasi Angsana sebanyak 14 pohon, dukungan penelitian dan portofolio LSM TERC senilai Rp12 juta, serta peningkatan kepedulian masyarakat melalui transfer pengetahuan pembuatan pupuk organik cair. Secara keseluruhan, program ini memberikan *value creation* berupa konservasi keanekaragaman hayati dengan biaya Rp12,5 juta di tahun 2024.

8	**PT Pertamina EP Asset 5 - Field Tarakan**	**Strategi Konservasi Terap (Artocarpus odoratissimus) Menggunakan Metode Morfometri di Lokasi Ekowisata Gunung Selatan Tarakan Kalimantan Utara**

Permasalahan Awal tanaman Terap (Artocarpus odoratissimus) yang merupakan salah satu spesies endemik di kawasan hutan Kalimantan Utara memiliki nilai ekologis dan ekonomis yang tinggi, namun seiring berjalannya waktu tekanan terhadap habitat alami tanaman Terap semakin meningkat akibat deforestasi, perubahan iklim, dan aktivitas manusia. Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi bermula dari komitmen perusahaan yang turut serta berpartisipasi terhadap upaya perlindungan keanekaragaman hayati di sekitar Gambar 16. Penghargaan Kehati wilayah operasi serta bekerja sama dengan UPTD Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Kota Tarakan Provinsi Kalimantan Utara dan Gabungan Kelompok Tani Hutan Lestrasi Gunung Selatan mengupayakan kegiatan konservasi Terap menggunakan metode Morfometri yang berlandaskan pada penelitian yang dilakukan perusahaan dalam pengembangan metode konservasi dengan pembibitan benih tanaman terap untuk menjawab masalah krisis status tanaman tersebut. Tarakan Field menginisiasi pembibitan tanaman Terap berbasis ekoeduwisata yang mudah dijangkau bagi masyarakat umum agar memberikan manfaat ekonomi kepada masyarakat sekaligus kegiatan untuk mengkonservasi flora dan fauna pada ekosistem area tersebut.

Kondisi sebelum adanya program tanaman endemik Terap menghadapi ancaman serius akibat berkurangnya habitat alami dan eksploitasi yang tidak terkontrol. Status tanaman Terap menurun menjadi

	"hampir terancam punah" (near threatened) sehingga dibutuhkan suatu inovasi untuk melestarikan tanaman endemik Kalimantan ini.
	Pelaksanaan program “Strategi Konservasi Terap (Artocarpus odoratissimus) Menggunakan Metode Morfometri di Lokasi Ekowisata Gunung Selatan Tarakan Kalimantan Utara” merupakan program inovasi yang bertujuan untuk membentuk kawasan konservasi tanaman endemik Kalimantan dengan status terancan punah - Near Threatened (menurut IUCN RedList) yang terintegrasi dengan kawasan pengelolaan dan pemanfaatan hutan secara legal oleh masyarakat dengan tujuan untuk melindungi kelestarian hutan lindung serta menjamin kesejahteraan masyarakat secara ekonomi. Perusahaan juga melakukan kerjasama dengan Dinas Kehutanan UPTD KPH Tarakan untuk menjadikan lokasi konservasi Gunung Selatan menjadi pusat edukasi lingkungan dan sarana ekowisata agar masyarakat, pelajar, dan wisatawan dapat mengunjungi area ini untuk belajar tentang pentingnya konservasi tanaman endemik dan upaya menjaga ekosistem hutan. Melalui program ekowisata edukatif (ekoeduwisata), pengunjung mendapatkan kesempatan untuk melihat langsung proses pembibitan, mendalami nilai ekologis tanaman endemik, dan memahami peran penting keberlanjutan lingkungan. Kategori perubahan yang terjadi setelah adanya program ini adalah Sistem. Inovasi ini juga memberikan nilai tambah berupa Rantai Nilai yang memberikan keuntungan bagi perusahaan yang berhasil melakukan pelestarian terhadap tanaman endemik Kalimantan yaitu Tarap (Artocarpus odoratissimus) sebanyak 243 pohon. **Gambar 17.** Kondisi Sebelum dan Sesudah Program keuntungan yang diterima masyarakat/konsumen adanya eduwisata yang menyenangkan dan terjangkau terkait kegiatan konservasi terhadap keanekaragaman hayati di Gunung Selatan serta peningkatan kualitas infrastruktur di sekitar Gunung Selatan seperti jalan, fasilitas pengunjung, dan pusat informasi untuk mendukung pengembangan pariwisata. Keuntungan bagi Supplier yaitu Gapoktanhut Lestari Gunung Selatan diuntungkan dengan adanya penambahan pemasukan kas untuk operasional sebesar Rp. 1.500.000 tiap bulan dan juga menciptakan lapangan kerja.

9	**BP Berau, Ltd.**	**Rehabilitasi Jantung Hati Teluk Bintuni**
	Rehabilitasi Jantung Hati Teluk Bintuni merupakan inovasi dari perlindungan keanekaragaman hayati BP Berau Ltd. Permasalahan awal Hutan Lindung Teluk Bintuni merupakan kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah. Namun kondisi actual sekarang hutan lindung tersebut mengalami kerusakan, tidak produktif sesuai fungsinya dan menjadi lahan kritis. BP Berau Ltd berkomitmen untuk melakukan rehabilitasi lahan kritis di Area Hutan Lindung Teluk Bintuni. Komitmen ini disahkan oleh Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia dengan Nomor Surat SK.3402/Menlhk-PDASHL/KTA/DAS.1/7/2016. Asal usul ide inovasi ini 23 berasal dari internal perusahaan sesuai dengan komitmen Biodiversity sebagai salah satu identitas BP Berau Ltd yang didukung oleh KLHK, Balai Pengelolaan DAS dan Hutan Lindung Remu Ransiki, SKKMIGAS, Tokoh adat setempat. Dengan adanya dukungan dari beberapa stakeholder sebagai pemangku kepentingan di wilayah tersebut manjadikan peluang besar BP untuk melakukan rehabilitasi lahan kritis di Kawasan hutan lindung dalam rangka pemulihan lingkungan dan peningkatan produktifitas lahan dan sustainabilitas ekonomi masyarakat.	

Sebelum adanya inovasi program:

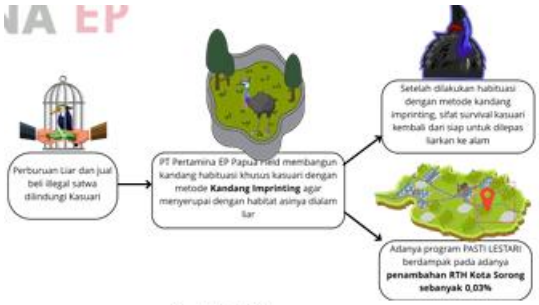
Lahan kritis hutan lindung yang berisi semak kering

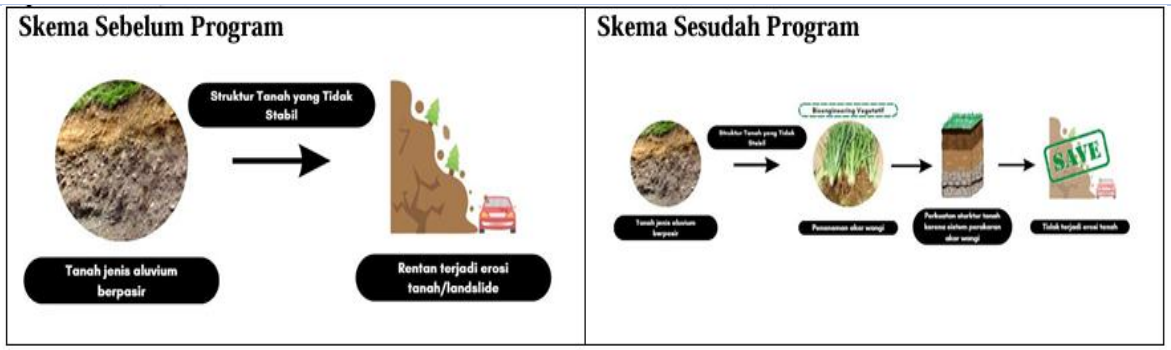
Setelah adanya inovasi program:

Lahan kritis (daerah rawa) sebagai hutan lindung direhabilitasi dengan Mangrove dan spesies lainnya

Program inovasi ini juga berkontribusi dalam sustainable city dengan adanya perwujudan pembangunan berkelanjutan melalui kontribusi dalam menyediakan Ruang Terbuka Hijau (RTH) sebesar 75% di Teluk Bintuni yang didukung monitoringnya oleh KLHK, BPDAS dan stakeholder lainnya. Selain itu, juga berkontribusi terhadap capaian Sustainable Development Goals (SDGs) sesuai dengan tujuan SDGs No 15 Melindungi, Merestorasi dan Meningkatkan Pemanfaatan Berkelanjutan Ekosistem Daratan, Mengelola Hutan Secara Lestari, Menghentikan Penggurunan, Memulihkan Degradasi lahan, serta Menghentikan Kehilangan Keanekaragaman Hayati dan indikator no 15.1.1 Proporsi kawasan hutan terhadap total luas lahan; Indikator 15.1.2.(a) Luas Kawasan Bernilai Konservasi Tinggi (HCV); Indikator 15.3.1 Proporsi lahan yang terdegradasi terhadap luas lahan keseluruhan; dan Indikator 15.5.1 Indeks Daftar Merah (Red-list index) untuk mencapai sasaran nasional RPJMN 2020-2024.

Program ini mampu memberikan kontribusi capaian nasional sebesar 0.082% pada tahun 2020. Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah peningkatan indeks keanekaragaman hayati pada tahun 2020 sebesar 1.10 H' dan menanam tanaman prioritas sesuai red list IUCN sebanyak 648305 batang dengan anggaran biaya sebesar Rp 28,083,044,043. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa perubahan layanan produk dan keuntungan yang diperoleh dari program ini pada Masyarakat adalah menerima hasil panenan hasil hutan yang dapat dijual dan memenuhi kebutuhan sehari-hari sesuai dengan mata pencaharian masyarakat sekitar adalah meramu (mencari bahan makanan dari hasil hutan) sebesar ±Rp150,000 per meramu.

10	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Papua**	**PASTI LESTARI (Penyelamatan Satwa Langka Kasuari Melalui Metode Habituasi ImpRInting)**
	Pembangunan kandang habituasi memiliki luasan sebesar 0,42 Ha, karena pembangunannya dilakukan metode imprinting maka terdapat banyak pepohonan rimbun yang ditanam didalam kandang agar sesuai dengan habitatnya dialam liar. Oleh karena itu, selain menjadi Sebelum Program media pembelajaran dan konservasi, pembangunan kandang habituasi juga berdampak pada peningkatan luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) Setelah Program kota sorong sebesar 0,03% dari total luas ruang terbuka hijau kota Sorong. Inovasi ini masuk dalam lingkup nilai tambah perubahan rantai nilai, dimana dengan adanya program ini Pertamina EP-Papua Field sebagai produsen mampu merealisasikan komitmen dalam melakukan konservasi keanekaragaman hayati, kemudian kandang habituasi bisa menjadi media konservasi dan pembelajaran bagi masyarakat umum, selain itu pembanguan kandang habituasi dengan metode habitauasi imprinting memberikan keuntungan bagi vendor kontraktor CV Klasagun Papua Abadi sebesar Rp 170.000.000. Sebelum Program  Setelah Program	
11	**EMP Bentu Limited**	**Penanaman Akar Wangi untuk Mencegah Erosi/Landslide Dengan Metode Bioengineering Vegetatif**
	Kegiatan pengeboran gas alam EMP Bentu Ltd. berada di wilayah dengan jenis tanah aluvium berpasir dengan sifatnya yang peka terhadap erosi, struktur yang longgar seperti tanah berpasir, sering kali lebih mudah terkikis oleh air atau angin karena partikel-partikel tanah tidak saling terikat kuat, serta kemiringan lahan yang tinggi. Hal ini meningkatkan potensi terjadinya landslide jika masuk musim penghujan karena air dapat memperburuk erosi dan mengikis tanah dengan cepat. Maka dari itu, EMP Bentu Ltd. melakukan program Penanaman Akar Wangi untuk Mencegah Erosi/Landslide Dengan Metode Bioengineering Vegetatif. Sebelum adanya program, kondisi tanah pada sumur EMP Bentu adalah aluvium berpasir dengan kemiringan 60 derajat. Kondisi ini menyebabkan erosi tanah kerap kali terjadi karena tekstur tanah yang kasar, partikel yang besar, serta kohesi rendah antar partikel membuat tanah ini mudah untuk terurai oleh air dan angin. Jika dibiarkan terus-menerus akan berakibat terjadinya landslide dan menghambat kegiatan yang ada di sekitar sumur gas dan bahkan memiliki potensi untuk merusak sumur hingga menyebabkan sumur drilling tertutup. Setelah adanya program, dilakukan perbaikan struktur tanah dilakukan dengan penanaman akar wangi pada area sumur drilling.	



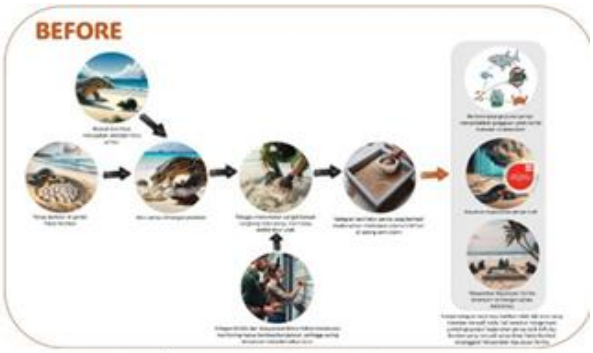
Dampak positif yang ditimbulkan dari adanya program ini adalah pertumbuhan akar wangi yang relatif cepat sehingga lebih efektif dalam menahan terjadinya erosi tanah/landslide. Akar wangi yang sudah berkembang biak nantinya dapat dimanfaatkan oleh warga sekitar untuk dijadikan kerajinan dan dapat meningkatkan perekonomian warga. Value creation dari program ini adalah jumlah akar wangi yang berhasil dikonservasi (absolut) sebanyak 8000 bibit dengan luas 0,25 Ha dan dengan anggaran Rp18.000.000,00

12	**PT. Pertamina EP Asset 1 - Field Pangkalan Susu**	**Penerapan Metode Nutrient Circle Pit dengan Bio-CarboAmino Activator**

Sebelum adanya program, kondisi tanah di area pesisir, terutama di sekitar tanaman nipah, mengalami degradasi akibat tingginya salinitas, erosi, dan rendahnya kandungan nutrisi alami. Tanaman seperti nipah tumbuh dengan lambat dimana pertumbuhannya hanya berkisar 2 – 4 cm per bulan. Laju kondisi normal adalah 5 – 10 cm per bulan. Sesudah adanya program, Penerapan Nutrient Circle Pit dengan Bio CarboAmino Activator, kondisi tanah di sekitar tanaman nipah mengalami perbaikan yang signifikan. Dengan aplikasi campuran karbohidrat alami, asam amino, dan mikroorganisme EM4 dengan membuat lubang periferik di sekitar tanaman untuk menempatkan nutrisi secara langsung di zona akar, sehingga meningkatkan penyerapan nutrisi oleh tanaman menjadi lebih efisien, sehingga pertumbuhan nipah pun semakin cepat, dengan laju pertumbuhan yang meningkat hingga berkisar 7 cm per bulan.

Inovasi ini terintegrasi dengan kajian LCA dimana mampu meningkatan perbaikan nilai dampak lingkungan Land Use Change sebesar – 37500 m2. Value Creation program inovasi adalah mengkorservasi lahan sebesar 1 Ha dan melihat tanaman yang tumbuh subur (Absolut) sebanyak 330 pohon (Api-api, Bakau, Nipah, Mangga, Rambutan) di tahun 2024 dengan anggaran biaya sebesar Rp 3.000.000.

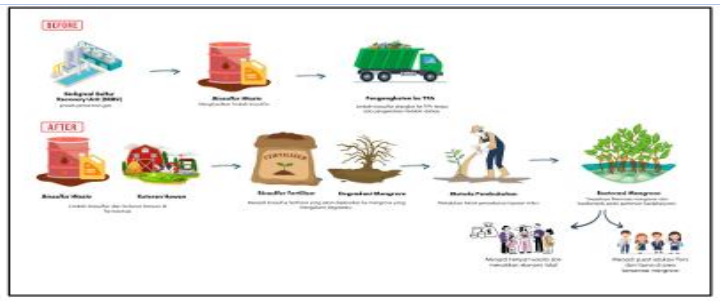
13	**PT. Pertamina Hulu Energi - Offshore North West Java (PHE ONWJ)**	**KONSER MYUSIK (Konservasi Menyelamatkan Penyu Sisik) melalui Sistem Deteksi Dini Berbasis CCTV dengan Renewable Energy di Ramsar Site Pulau Rambut**
	Sebelum adanya inovasi, telur-telur penyu sisik ini sering dan banyak ditemukan pada sarang alaminya di pesisir pantai SMPR. Namun, hanya sebagian kecil telur yang dapat diselamatkan dan berhasil menetas, karena telah dimangsa oleh predator alami yang terdapat di SMPR, seperti Biawak, Ular, Tikus, dan Burung Elang. Adapun perkiraan jumlah penemuan cangkang telur kosong dalam 1 kali penyelamatan sebelum pelaksanaan program inovasi sekitar 120-150 cangkang telur kosong. Berbagai upaya telah dilakukan oleh BKSDA Jakarta selaku pengelola kawasan SMPR untuk mencegah terjadinya predasi telur penyu sisik. Upaya patroli rutin untuk menemukan sarang penyu sisik dan melakukan penyelamatan telur memiliki kelemahan seperti terbatasnya durasi, frekuensi patroli, dan kurangnya kesigapan petugas lapangan dalam pendeteksian dini kehadiran penyu dan menyelamatkan telur dari predator. Setelah pelaksanaan inovasi, aksi penyelamatan telur penyu sisik tidak hanya dilakukan pada waktu tertentu, namun juga berdasarkan hasil pemantauan di CCTV dengan frekuensi sekitar 3 kali dalam 1 bulan. Lima buah CCTV bertenaga solar panel telah dipasang dan ditempatkan di titik lokasi yang sering menjadi tempat penyu sisik mendarat dan bertelur. CCTV bertenaga solar panel tersebut terkoneksi dengan jaringan internet, sehingga pemantauan secara realtime (24 jam) tidak terbatas hanya pada monitor terpusat di Resort BKSDA, Pulau Untung Jawa, tetapi dapat diakses secara realtime dari mana saja melalui smartphone atau perangkat lain yang mendukung. Hal tersebut meningkatkan kesigapan petugas lapangan dalam penyelamatan telur. Dampak lingkungan yang dihasilkan dari pelaksanaan program inovasi ini adalah peningkatan jumlah penyelamatan telur dan pelepasliaran tukik penyu sisik menjadi 318 butir telur dan 175 tukik pada tahun 2024 dengan anggaran biaya sebesar Rp 147.000.000,-. Adapun nilai tambah yang didapat dari program ini berupa Rantai Nilai yang memberikan beberapa keuntungan, antara lain: membantu tugas BKSDA Jakarta dalam konservasi satwa di kawasan SMPR, menyediakan wadah bagi IPB University dalam melakukan penelitian terkait bidang keanekaragaman hayati, dan memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat sekitar dengan adanya kegiatan wisata pelepasliaran tukik.	



Gambar 20a. Sebelum Adanya Inovasi

Gambar 20b. Setelah Adanya Inovasi

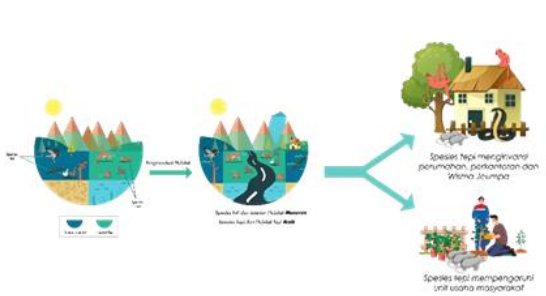
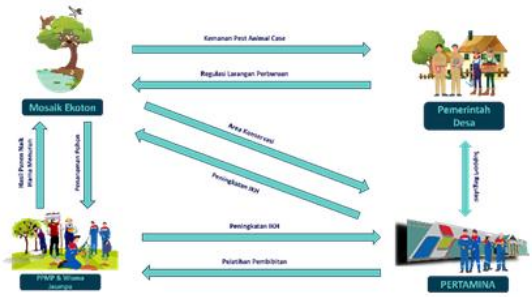
14	**Medco Energi Sampang Pty. Ltd.**	**Konservasi Lahan Tidak Produktif Menggunakan Tanaman Aren (Arenga pinnata)**
	Program ini merupakan upaya inovatif yang bertujuan untuk melestarikan lingkungan sekaligus meningkatkan ekonomi masyarakat setempat. Unsur kebaruan dari program ini terletak pada pemanfaatan tanaman aren genjah yang lebih cepat tumbuh dan memiliki potensi hasil yang lebih tinggi dibandingkan tanaman lokal seperti siwalan. Selain itu, program ini memperkenalkan penggunaan aren sebagai sumber bioethanol, yang membuka peluang bagi diversifikasi ekonomi lokal dengan fokus pada energi terbarukan. Kondisi sebelum adanya program Kabupaten Sampang memiliki lahan pertanian dengan luas 99.746 Ha (luas sawah 20.585 Ha dan tegalan 79.159 Ha) yang di dalamnya terdapat lahan kurang produktif. Lahan tidak produktif jika tidak dikelola dengan baik dapat berubah menjadi lahan kritis. Kondisi setelah adanya program dampak lingkungan Kondisi Sebelum Program secara signifikan mengalami perbaikan. Penanaman aren genjah tidak hanya membantu memulihkan kualitas tanah, tetapi juga meningkatkan penyerapan air dan mengurangi erosi. Kondisi Sebelum Program Kondisi Setelah Program Dampak lingkungan dari program inovasi Konservasi Lahan Tidak Produktif. Menggunakan Tanaman Aren (Arenga pinnata) yang dihasilkan adalah jumlah pohon yaitu 1000 Pohon. Anggaran biaya program yaitu dialokasikan sebesar Rp 121.000.000. Nilai tambah dari program inovasi ini berupa nilai ekonomi dari tanaman aren dapat dimanfaatkan mulai dari daun, serat, batang, buah hingga getahnya menjadi suatu komoditi, nilai tambah dari produk tanaman aren.	
15	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Donggi Matindok**	**Biosulfur-Powered Fertilizer untuk Transformasi Ekosistem Mangrove Pantai Pandan Wangi**
	Sebelum adanya program Biosulfur-Powered Fertilizer untuk Transformasi Ekosistem Mangrove Pantai Pandan Wangi, kondisi mangrove mulai rusak karena kurangnya perawatan dan degradasi lingkungan. Proses alami regenerasi mangrove terhambat karena kondisi tanah yang kurang nutrisi, dan degradasi lingkungan menyebabkan berkurangnya keanekaragaman hayati. Di sisi lain, PT Pertamina EP Donggi Matindok Field juga menghadapi masalah dengan adanya timbulan limbah biosulfur yang dihasilkan dari proses pemurnian waste gas di unit Biological Sulphur Recovery Unit (BSRU), sehingga perlu dilakukan proses lebih lanjut.	



Gambar 18. Skema *Before After* Inovasi

Setelah program inovasi Biosulfur-Powered Fertilizer diterapkan, kondisi ekosistem mangrove di Pantai Pandan Wangi mengalami pemulihan yang signifikan. Program ini mengusung inovasi yang memanfaatkan limbah biosulfur yang dihasilkan dari unit BSRU sebagai bahan utama pupuk organik dan menjadi sumber nutrisi penting untuk mendukung restorasi ekosistem mangrove yang terdegradasi, menciptakan solusi ramah lingkungan dan berkelanjutan yang inovatif. Metode yang diterapkan dalam program ini melibatkan pencampuran biosulfur dengan kotoran sapi yang berasal dari peternakan masyarakat di Desa Pandan Wangi untuk menciptakan pupuk organik dengan komposisi yang spesifik dan efektif. Pupuk tersebut terdiri dari 50% biosulfur dan 50% kotoran sapi.

Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah peningkatan indeks keanekaragaman hayati dengan nilai absolut program pada tahun 2024 untuk flora sebesar 1,432 H’ dan fauna sebesar 0,69 H’ serta anggaran biaya sebesar Rp 31.000.000,-. Selain menjadikan pertumbuhan mangrove yang subur, program ini juga menjadi menjadikan mangrove Pantai Pandan Wangi sebagai tempat bagi habitat spesies endemik Sulawesi seperti Macaca tonkeana (Monyet Boti) dan Macaca nigra (Monyet Yaki).

16	**PT Pertamina EP Asset 1 - Field Rantau**	**Program Mosaik Ekoton: Penguatan Konektivitas Multilanskap**
	Sebelum adanya program, Tingginya kasus hewan melata berbisa yang dilaporkan oleh warga Desa Kampung Pertamina, rusaknya hasil kebun kelompok tani PPMP dan kebun warga yang menjadi mata pencaharian utama warga di Desa akibat hama hewan pengerat, perburuan liar oleh masyarakat sekitar untuk mengkoleksi burung sebagai hewan peliharaan atau memperjualbelikan satwa secara illegal, pendapatan masyarakat dari pertanian berkurang akibat tingginya hama, dan terganggunya kegiatan akomodasi di Wisma Jeumpa. Setelah adanya program, Penerbitan kawasan konservasi Green Nation di Komperta Desa Kampung Pertamina Kecamatan Rantau, penerbitan surat edaran larangan perburuan burung di kawasan konservasi Green Nation, penerbitan perjanjian kerjasama pelestarian habitat avifauna dengan kelompok Masyarakat PPMP, terlaksananya studi baseline kawasan konservasi Komperta Desa Kampung Pertamina, terlaksananya edukasi terhadap masyarakat tentang pelestarian habitat avifauna, dan melakukan penanaman pohon rutin setiap tahun bekerjasama dengan LSM Boemi melalui MOU .  Kondisi Kawasan Sebelum Program  Kondisi Kawasan Setelah Program Sedangkan dampak bagi konsumen/masyarakat adalah mengenalkan potensi desa secara luas kepada masyarakat, meningkatnya jumlah penerima pengetahuan sebanyak 11% per tahun, peningkatan hasil panen kelompok PPMP bebas hama dan manfaat lumbung sebesar Rp 7.350.000,-; menurunnya tingkat gangguan masyarakat berupa perburuan liar, menurunnya tingkat aduan masyarakat terhadap laporan hewan melata, meningkatnya kepuasan konsumen Wisma Jeumpa 4,6 dari skala 5, dan meningkatnya pendapatan Wisma Jeumpa 20% dibandingkan tahun 2023.

17	**PT Pertamina EP Asset 3 - Field Subang**	**Optimalisasi Pencegahan Abrasi oleh Rhizophora mucronata dengan Inovasi Pagar Tonggak Bambu**

Beberapa potensi dampak lingkungan di pesisir pantai seperti pencemaran air, kerusakan lahan pesisir, dan pencemaran udara emisi yang diakibatkan oeh fasilitas produksi. Selain itu beberapa faktor alam juga dapat berkontribusi terhadap kerusakan ekosistem pesisir seperti intrusi air laut dan abrasi. Salah satu upaya untuk peningkatan kelestarian ekosistem pesisir adalah dengan melakukan penanaman tumbuhan bakau atau mangrove. Beberapa kendala dalam penanaman mangrove adalah pertumbuhan nya yang bergantung pada cuaca dan kondisi perairan.

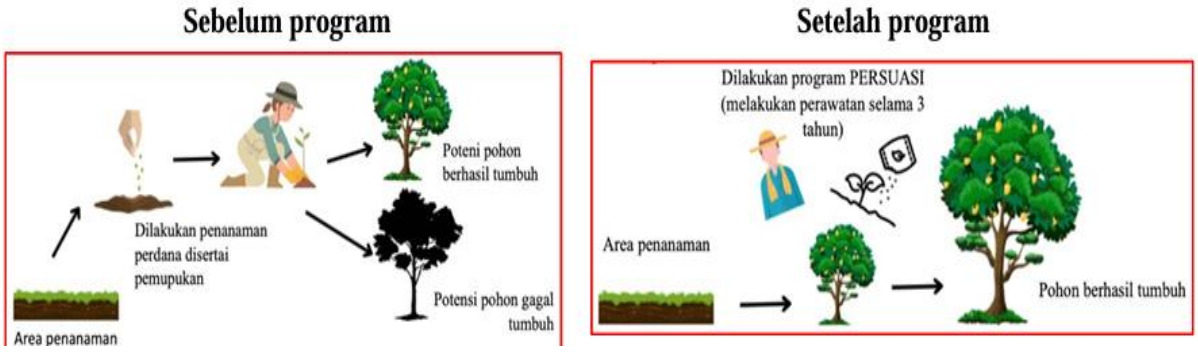
Permasalahan tersebut menyebabkan upaya pencegahan abrasi oleh mangrove menjadi tidak efektif karena banyaknya individu yang tidak dapat tumbuh dengan baik. Berangkat dari permasalahan tersebut, PT Pertamina EP Field Subang menghadirkan inovasi Optimalisasi Pencegahan Abrasi oleh Rhizophora mucronata dengan inovasi Pagar Tonggak Bambu. Program inovasi ini memberikan perubahan sistem karena dapat berkontribusi terhadap pemenuhan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kabupaten Karawang dan pembangunan wilayah yang berkelanjutan, melalui perwujudan salah satu dari Sustainable Development Goals (SDGs). Kondisi sebelum inovasi, penanaman mangrove dilakukan oleh masyarakat tanpa metode khusus hanya bergantung pada kondisi cuaca.

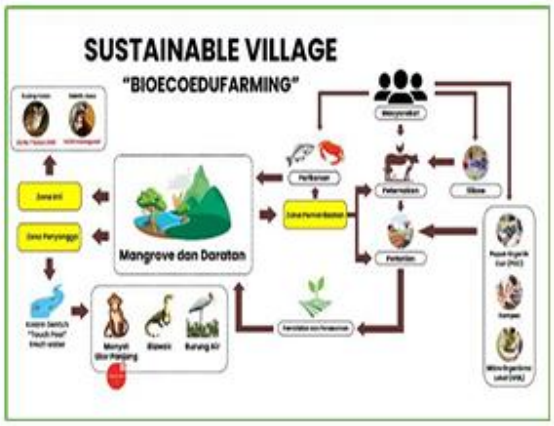
Gambar 21. *Before-after* penerapan inovasi pagar tonggak bambu

Secara jumlah individu Rhizophora mucronata yang dapat bertahan hingga ketinggian 2-3 meter mencapai lebih dari 80%. Berikut kondisi sebelum dan sesudah inovasi. Dampak lingkungan dari program inovasi adalah peningkatan ketahanan pertumbuhan Rhizophora mucronata sehingga dapat mengoptimalkan perannya sebagai pencegah abrasi. Sebanyak 2.500 individu Rhizophora mucronata berhasil tumbuh pada tahun 2024 yang berkontribusi terhadap pemenuhan target RTH sebesar 0,000056%, serta terhadap pencapaian SDGs indicator 15.1.1 sebesar 8x10-8%. Dengan anggaran program sebesar Rp 45.000.000,00 pada tahun 2024, program ini berdampak terhadap perubahan sistem karena memberikan keuntungan bagi perusahaan, pemerintah, serta masyarakat.

Keuntungan bagi perusahaan adalah terwujudnya kelestarian keanekaragaman hayati khusunya di kawasan pesisir Pantai Pesona Baru, Desa Muara Baru dengan luasan sebesar 0,075 Ha dan total jumlah individu Rhizophora mucronata sebanyak 2.500 individu. Keuntungan bagi pemerintah Kabupaten Karawang dalam pemenuhan target RTH sebesar 0,000056%. Keuntungan bagi masyarakat yaitu adanya peningkatan budidaya mangrove yang dilakukan masyarakat Desa Muara Baru. Laju produksi bibit mangrove dapat meningkat hingga 150 bibit dari yang sebelumnya sebanyak 100 bibit per bulan sehingga memberikan keuntungan ekonomi masyarakat sebesar Rp 35.000.000,00.

18	**PT Pertamina EP Asset 3 - Field Tambun**	**PERSUASI (PERTAMINA-MASYARAKAT TAMBUN ADOPSI) Pohon Di Kawasan Green Tambun**
	Pertamina EP Tambun Field rutin melakukan kegiatan penghijauan sebagai upaya menjaga keseimbangan ekosistem dan mengurangi emisi GRK. Program inovasi PERSUASI pohon dikembangkan untuk mengatasi permasalahan gagal tumbuh flora pasca penanaman. Inovasi ini memanfaatkan sistem adopsi pohon dengan masa perawatan selama 3 tahun, yang bertujuan untuk memperbaiki kondisi lingkungan dan memastikan keberlanjutan pertumbuhan pohon. Program PERSUASI pohon untuk konservasi keanekaragaman hayati berdampak pada Perubahan Sistem dimana terdapat perubahan metode penanaman pohon yang bertujuan untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan pengurangan emisi GRK. Sebelum program, penanaman dilakukan penanaman pada area kritis tanpa metode yang lebih advance. Setelah program, penanaman dilakukan pada area kritis sekitar SP Tambun pada kawasan Green Tambun dan dilakukan secara sistem adopsi yaitu perawatan pasca tanam selama 3 tahun.	

	 Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa meningkatnya indeks keanekaragaman hayati manjadi 2.853 di kawasan Green Tambun dan penurunan emisi GRK senilai 1,587.75 TonCO2eq. - Program inovasi ini pada perubahan sistem dalam program inovasi ini memberikan nilai tambah berupa optimalisasi rantai nilai melalui kegiatan penghijauan yang dilakukan melalui adopsi pohon (PERSUASI). Keuntungan bagi produsen/Perusahaan, mampu meningkatkan keberlanjutan dan keakuratan pelaksanaan peningkatan indeks keanekaragaman hayati dan penurunan emisi GRK. Bagi konsumen, perusahaan berkontribusi pada terciptanya keseimbangan ekosistem, pengurangan suhu ambien, meningkatnya estetika dan sebagai penyerapan air hujan pada area Green Tambun. Bagi supplier, memberikan dampak positif secara finansial kepada pelaksana perawatan pohon pada program PERSUASI pohon di kawasan Green Tambun.	
19	**PT Pertamina Hulu Energi - West Madura Offshore (PHE WMO)**	**Sustainable Village melalui Program BIOECOEDUFARMING**
	Sebelum adanya program inovasi ini, pemanfaatan area ini belum tertata dengan baik, dan aktivitas masyarakat yang berlebihan dapat mengganggu habitat fauna yang dilindungi. Pengelolaan yang baik dan berkelanjutan diperlukan untuk mencegah over harvesting dan menjaga habitat alami. Dengan adanya permasalahan di atas, PHE MWO membuat program Sustainable Village melalui Program BIOECOEDUFARMING yang berdampak pada perubahan sistem dengan menggabungkan antara Biodiversity dengan Ecology, Education dan Farming (Perikanan, Pertanian dan Peternakan) yang berkelanjutan dengan menyelaraskan fungsi pertumbuhan ekonomi, fungsi sosial, dan fungsi ekologis dalam proses pembangunannya dengan menerapkan prinsip tata kepemerintahan yang baik di area konservasi keanekaragaman hayati PHEWMO dengan Kerjasama masyarakat dan berbagai pihak.	



(ii)

Dengan biaya sebesar Rp175.000.000,- Inovasi ini berhasil menambah 500 pohon mangrove dan non mangrove pada tahun 2023, serta 800 pohon hingga Juni 2024 dengan luas area penanaman bertambah 2,2 Ha dan mempertahankan indeks keanekaragaman hayati di atas 2. PHEWMO juga mengonservasi fauna langka seperti kucing hutan, gelatik jawa dll hingga dari 15 ekor fauna pada 2023 dan 45 ekor pada 2024

20	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Sangasanga**	**Inovasi Penerapan Metode Supporting Top Soil dengan Menggunakan Cocopeat pada Area Konservasi PEP Sangasanga**

Sebelum adanya program, penghijauan dilakukan di lokasi penanaman dengan penggunaan pupuk organik sebagai penyubur setelah pohon ditanamkan ke dalam tanah. Tanaman yang sudah ditanam dipantau secara periodik oleh masyarakat sekitar beserta kelompok mitra binaan PEP Sangasanga Field agar dapat tumbuh dengan baik dan maksimal. Namun dikarenakan kondisi tanah latosol sifat lempung dengan kandungan air cukup tinggi, resiko pencucian nutrisi di dalam pupuk pun meningkat. Kondisi ini dapat menyebabkan terjadinya genangan air dan pengurangan oksigen sekitar akar yang berpotensi membusukkan akar tanaman. Akibatnya, penghijauan yang dilakukan mengalami kegagalan dikarenakan minimnya nutrisi dalam tanah dan kondisi tanah yang kurang baik.

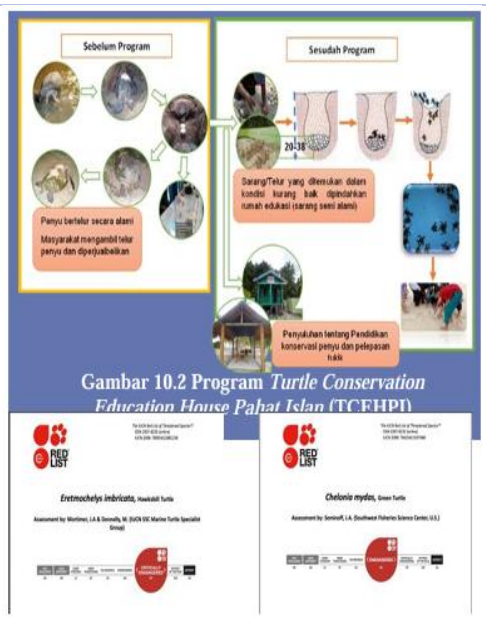
Gambar 27. Skema Sebelum Program

Gambar 28. Skema Setelah Program

Setelah adanya program, PEP Sangasanga Field bekerja sama dengan mitra binaan Kelompok Setaria untuk membuat media tanam cocopeat dari bahan serbuk gergaji yang dicampur pupuk cair dari asap sekam bakar. Media tanam ini dicetak berbentuk balok dengan ukuran 30 x 30 x 30 cm dan digunakan sebagai supporting top soil dalam penanaman johar, mahoni, dan trembesi di area kerja perusahaan. Cocopeat dipilih karena memiliki porositas tinggi hingga 80% sehingga dapat memperbaiki struktur, drainase, dan kemampuan aerasi tanah. Komposisi bahan organik dalam cocopeat pun relatif tinggi dengan C-organik sebesar 30% dan K-total sebesar 1,66%. Inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor Migas EP atau Menurut Best Practice 2019 2023 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan belum pernah diimplementasikan di sektor Migas EP. Inovasi ini berdampak pada Perubahan Komponen dengan kualifikasi Process Improvement dimana terdapat penambahan metode Supporting Top Soil Menggunakan Cocopeat yang dapat meningkatkan kualitas tanah eksisting saat dilakukan penanaman.

21	**Premier Oil Natuna Sea B.V.**	**PROGRAM TURTLE CONSERVATION EDUCATION HOUSE, PAHAT ISLAND (TCEHPI)**

Sebelum dilakukan program inovasi dilaksanakan, terdapat ancaman serius terhadap habitat dan populasi penyu hijau serta penyu sisik di Pulau Pahat, yang merupakan spesies langka dan termasuk dalam daftar spesies Terancam Punah (Endangered, EN) dan Sangat Terancam Punah (Critically Endangered, CR) menurut IUCN Red List. Ancaman ini disebabkan oleh perburuan telur penyu dan rendahnya tingkat keberhasilan penetasan di sarang alami. Oleh karena itu, inovasi diperlukan untuk mencegah kepunahan habitat penyu serta penyalahgunaan pemanfaatan penyu untuk kepentingan pribadi. Berdasarkan permasalahan tersebut, Premier Oil Natuna Sea B.V.



Gambar 10.3 IUCN untuk penyu hijau dan sisik

Setelah dilakukan program inovasi, masyarakat di Kepulauan Anambas mulai memahami pentingnya merawat dan menjaga habitat penyu khususnya di Pulau Pahat melalui diadakannya pusat informasi penyu, Lokasi penetasan semi alami, lokasi pemeliharaan tukik dan praktek konservasi. Pada tahun 2023, dampak lingkungan yang dihasilkan dari program ini adalah nilai indeks keanekaragaman hayati (H') sebesar 1,91 dengan anggaran biaya sebesar Rp 190.000.000,-.

22	**JOB Pertamina - Medco E&P Tomori Sulawesi**	**Program AKAR MERA Kilo 5 Luwuk : Collaboration for Sustainability Ecotourism**

Program AKAR MERA (Adopsi Karang dengan Metode RAPTOR) Kilo 5 Luwuk dengan memanfaatkan anggaran yang tersedia sebesar Rp820.794.000 merupakan pengembangan dari inovasi program transplantasi karang JOB Tomori dengan menggunakan metode baru yaitu Inovasi RAPTOR (Rak Anti Planci Tomori) yang berdampak pada Perubahan Sistem dimana pendekatan program yang sebelumnya bersifat parsial kini menggunakan metode stakeholder collaborative yang melibatkan kerjasama antara perusahaan, pemerintah, akademisi, LSM dan komunitas masyarakat dalam pengelolaan program pelestarian terumbu karang. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan partisipasi kesadaran masyarakat luas dalam mendukung pelestarian lingkungan dan pengembangan ekowisata di Kilo 5 Luwuk. Masyarakat yang berminat kontribusi diminta untuk mengisi google form dan berdonasi sejumlah dana untuk mendapatkan anakan karang asuh yang akan dilengkapi dengan name tag donatur. Donatur juga akan mendapatkan piagam penghargaan dari Pemda Kab. Banggai dan dipublish di media sosial tim pengelola Adopsi Karang.

Dampak lingkungan dari program Adopsi Karang Kilo 5 Luwuk ini adalah peningkatan kelimpahan ikan karang dengan peningkatan indeks keanekaragaman hayati (H') dari 6,99 ke 7,14 serta peningkatan luasan terumbu karang kilo 5 Luwuk sebesar 17 m2 dengan potensi penyerapan karbon 1 Ton/tahun. Pendanaan perluasan terumbu karang berasal dari donasi masyarakat yang berhasil dihimpun sebesar Rp13.400.000 yang digunakan untuk penambahan rak transplantasi dan biaya operasional kegiatan. Program inovasi kehati Adopsi karang dengan metode RAPTOR tahun 2024 ini menghasilkan value creation atau e siensi biaya program sebesar Rp40.535.000 atau sebesar 45% dari program ivonasi sebelumnya dengan output yang sama di tahun 2023, sehingga konversi biaya pembuatan media rak karang menjadi hanya sebesar Rp4.882.500/unit rak dari sebelumnya yang mencapai Rp8.953.500/unit rak.

Gambar 17. Program AKAR MERA Kilo 5 Luwuk

Gambar 18. Penayangan di Media Nasional Metro TV

Gambar 19. komunitas penyelam dan Karang Taruna

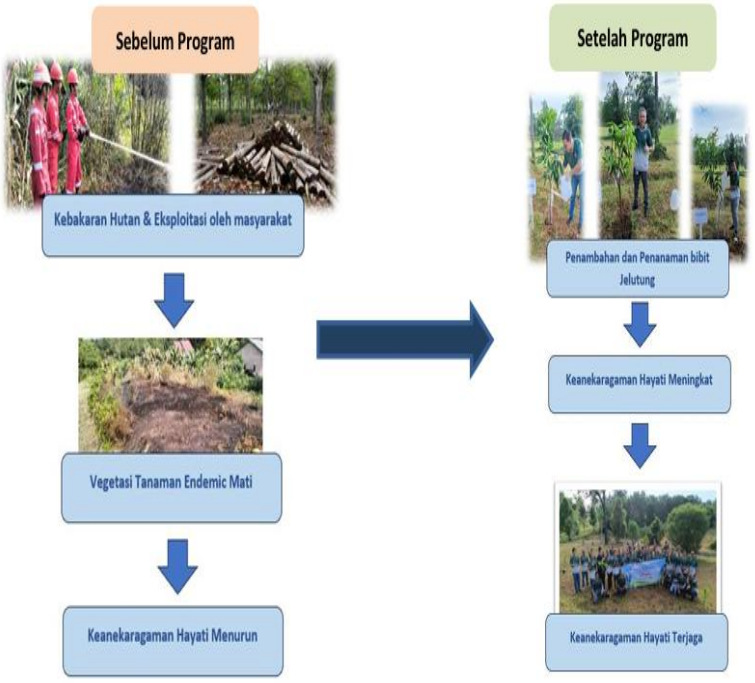
23	**PT Pertamina Hulu Energi - Jambi Merang**	**SI SUMO (Silase dengan penambahan Sabun kalsiUm dan Mineral blOk)**

Sebelum adanya program, ketersediaan pakan dengan nutrisi yang memadai untuk ternak kambing masyarakat berjumlah terbatas, terutama saat musim kemarau. Pemenuhan pakan ternak kambing selama ini menggunakan rerumputan dan dedaunan yang ada di sekitar peternakan kambing, sehingga nutrisi yang diperuntukan untuk hewan ternak tersebut belum cukup mendukung kesehatan dan pertumbuhan yang optimal. Sesekali masyarakat menambahkan ampas tahu sebagai penambah karbohidrat untuk pakan ternak.

Gambar 23. Skema Perubahan Program SI SUMO

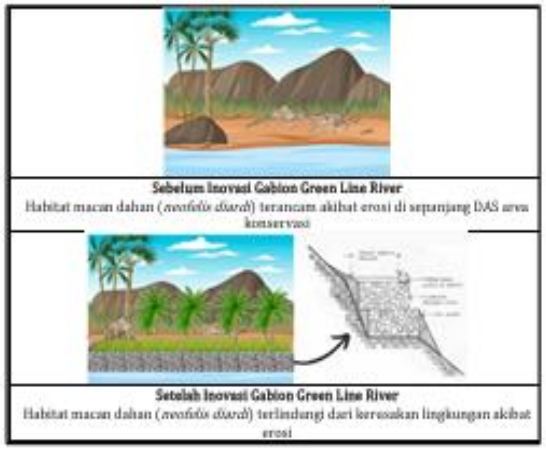
Sebelum adanya program, ketersediaan pakan dengan nutrisi yang memadai untuk ternak kambing masyarakat berjumlah terbatas, terutama saat musim kemarau. Pemenuhan pakan ternak kambing selama ini menggunakan rerumputan dan dedaunan yang ada di sekitar peternakan kambing, sehingga nutrisi yang diperuntukan untuk hewan ternak tersebut belum cukup mendukung kesehatan dan pertumbuhan yang optimal. Sesekali masyarakat menambahkan ampas tahu sebagai penambah karbohidrat untuk pakan ternak.

24	**PT. Perta-Samtan Gas**	**Kampung Agrowisata Edukasi Sungai Jawi**
	Sebelum adanya program, Pekarangan rumah-rumah warga yang cukup luas di wilayah Kelurahan Sungai Selincah tidak begitu dimanfaatkan oleh warga dan dibiarkan menjadi lahan tidak produktif, hal ini mengakibatkan kondisi permukiman warga yang kurang rapi dan kurang asri. Oleh karena hal tersebut, diperlukan inovasi baru dengan improvisasi ide pada pemanfaatan pekarangan rumah warga yang tidak produktif. Kondisi sebelum adanya program (Skala dan luasannya rumah warga) Kondisi setelah adanya program (Skala dan luasannya Kampung Agrowisata – border merah) Program inovasi Kampung Agrowisata ini berdampak pada perubahan sistem, dimana inovasi ini berkontribusi dalam sustainable city dengan adanya perwujudan Pembangunan Berkelanjutan melalui kontribusi dalam menyediakan Ruang Terbuka Hijau (RTH) sebesar 20 Ha. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa perubahan rantai nilai (value chain optimisation). Keuntungan yang diperoleh Kota Palembang adalah meningkatnya ruang terbuka hijau Kota Palembang seluas 20 Ha (berkontribusi sebesar 0,0026%) dari target kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Kota Palembang seluas 7637 Ha. Dari pihak masyarakat desa memiliki keuntungan kondisi lingkungan tempat tinggal warga menjadi lebih rapi, asri dan produktif, serta mendapatkan pemasukan tambahan dari pengunjung kawasan Kampung Agrowisata dan penjualan hasil produksi olahan Pokdarwis berupa bibit tanaman, tanaman hias, tambulampot dan minuman herbal olahan.	
25	**PT. Pertamina EP Asset 1 - Field Ramba**	**Program Mempertahankan Kelestarian Jelutung Sebagai Pohon Endemik Di Wilayah Ramba**
	Ramba Field menemukan permasalahan yang berkaitan dengan keanekaragaman hayati yaitu mulai berkurangnya pelestarian pohon Jelutung (Dyera costulata) sebagai tanaman endemic. Program inovasi muncul karena kelestarian pohon Jelutung semakin berkurang. Pohon Jelutung banyak ditebang oleh masyarakat sekitar karena pohon jelutung banyak dieksploitasi (dijual sebagai bahan baku kusen, perabotan dan kegiatan pertukangan) dan akibat kebakaran lahan sehingga perusahaan dapat melakukan program inovasi tersebut dengan tujuan untuk kelestarian vegetasi pohon endemic Jelutung di wilayah Ramba masih terjaga sesuai hasil baseline pemantauan kehati di sekitar wilayah yang telah ditetapkan menjadi kawasan kehati Field Ramba dan meningkatkan indeks keanekaragaman hayati.	



Terdapat nilai tambah perubahan nilai kepada masyarakat yaitu mengeliminasi dampak yang lebih luas dari akibat erosi air di wilayah desa Ramba dan sekitarnya karena bertambahnya area resapan air serta meningkatkan awareness warga/masyarakat sekitar terhadap kelestarian lingkungan hidup. Dampak lingkungan dari inovasi ini berdampak terhadap bertambahnya jumlah pohon endemik serta mening katnya indeks Kehati Field Ramba menjadi 2.08 pada tahun 2024 atau naik 0.05 dari dari tahun 2023.

26	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Adera**	**Tree Cultivation of Sonneratia caseolaris Using Root Cuttings and Hood Propagation (Stek pada Akar Tanaman Mangrove Air Tawar menggunakan Sungkup Propagasi)**
	Program inovasi ini muncul karena seringnya dinding sungai terkikis oleh aliran air sungai yang meluap dikarenakan curah hujan yang meningkat dan sulitnya membudidayakan pohon mangrove air tawar. Mangrove air tawar memiliki peran penting dalam menjaga kualitas air di sekitar wilayah pesisir Sungai di antaranya: • Mengurangi erosi sungai dan aliran permukaan air • Mengurangi risiko pencemaran air oleh sedimen dan polutan • Menahan limbah dan sedimentasi yang terdapat di air • Menjadi tempat hidup bagi mikroorganisme yang berperan dalam penguraian bahan organik dan menghilangkan polutan dari air *Gambar 19. Skema Sebelum Adanya Program* Inovasi ini merupakan perubahan sub sistem dimana dengan berhasilnya budidaya pohon mangrove air tawar menggunakan stek pada akar dengan Media Sekam bakar, Komps padat dan Sabut Kelapa, maka sistem kehutanan yang sebelumnya hutan milik berubah menjadi hutan konservasi. Pohon mangrove air tawar selama ini sulit dibudidayakan karena merupakan pohon yang membutuhkan kondisi lingkungan tertentu untuk tumbuh dengan baik. Akar pohon mangrove air tawar membutuhkan lingkungan khusus yang cocok untuk melekat kuat dalam tanah. Jika Pohon Mangrove Air Tawar ditanam di tanah, maka akarnya akan mencengkram tanah dan bebatuan di dalamnya dengan kuat. Sulitnya budidaya Pohon Mangrove Air Tawar ini berpengaruh pada kelestarian ikan-ikan dan plankton di dalam sungai.	
27	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Limau**	**Gabion Green Line River**
	PEP Limau Field melaksanakan inovasi Gabion Green Line River. Kawasan konservasi Suaka Margasatwa Isau-Isau merupakan kawasan konservasi macan dahan (neofelis diardi) PT Pertamina EP Limau Field yang bekerjasama dengan instansi pemerintah yaitu Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Sumatera Selatan. Suaka Margasatwa Isau-Isau adalah tempat konservasi spesies yang terancam punah salah satunya yaitu macan dahan (neofelis diardi). Kawasan ini sebagian besar memiliki struktur dataran berupa perbukitan dan lereng dengan tutupan lahan rendah. Saat kondisi musim hujan, air limpasan mengalir menuju ke sungai-sungai hingga air yang terkumpul di aliran sungai sangat deras dan menyebabkan erosi dengan kemunduran lahan yang tergerus air sungai sejauh 2 meter dalam kurun waktu 2 tahun terakhir mengakibatkan degradasi lahan bantaran DAS.	



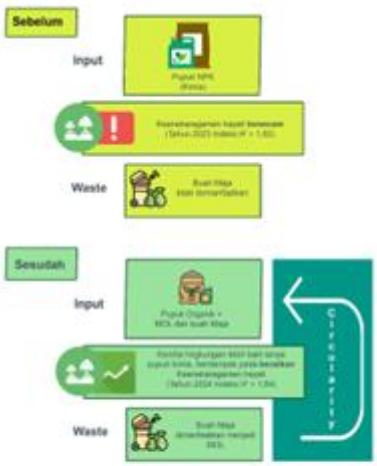
Gambar 19. Gabion *Green Line River*

Inovasi ini masuk kedalam perubahan sistem dengan berkontribusi dalam penyediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) sebesar 0,03% melalui program Gabion Green Line River dengan penanaman pohon yang dapat meningkatkan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kawasan konservasi Suaka Margasatwa Isau-Isau. Selain itu juga menjadi tempat edukasi berupa tempat penelitian mahasiswa terkait pengelolaan kawasan Suaka Margasatwa Isau-Isau. Perbaikan lingkungan adanya program ini adalah peningkatan indeks keanekaragaman hayati dengan H' sebesar 1,00. Program ini memiliki potensi serapan karbon sebesar 0,753 TonCO2.

28	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Pendopo**	**pembuatan pupuk organic dengan Mikroorganisme Lokal (MOL) dari Buah Maja (Aegle Marmelos) untuk kegiatan pembibitan di Kawasan Konservasi Pendopo**

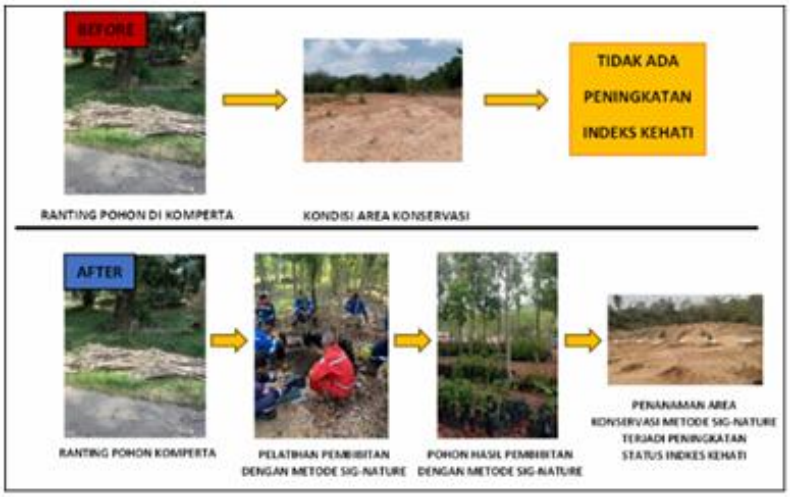
Kawasan konservasi dan lahan sekitarnya mengalami tekanan dari praktik pertanian konvensional yang menggunakan pupuk kimia secara berlebihan dan menyebabkan degradasi kualitas tanah. Dengan itu, Pertamina Pendopo memandang perlu adanya inovasi dalam teknik pembibitan yang lebih alami dan berkelanjutan. PEP Pendopo Feld melakukan inovasi Pembuatan Pupuk Organik dengan Bantuan Mikroorganisme Lokal (MOL) dari Buah Maja (Aegle Marmelos) untuk Kegiatan Pembibitan di Kawasan Konservasi Pendopo yang baru pertama kali dilakukan di Indonesia atau menurut Best Pratice 2020-2023 dari KLHK belum pernah diimplementasikan di sektor 2 Migas EP. Pupuk organik berbasis MOL dari buah Maja dipilih sebagai alternatif yang ideal untuk menggantikan pupuk kimia, karena mampu memperbaiki struktur tanah dan memperkaya nutrisi secara alami. Buah maja merupakan tanaman yang keberadaannya kurang dipedulikan, padahal buah ini memiliki kandungan saponin dan tanin yang tidak disukai oleh hama tanaman perkebunan, salah satu contohnya hama wereng coklat.

Sebelum adanya program, terjadi degradasi tanah, limbah organik dari buah maja tidak diolah, adanya ketergantungan petani pada pupuk kimia, kurangnya pengetahuan tentang pertanian berkelanjutan dan minimnya inovasi pada masyarakat terkait pertanian berkelanjutan. Setelah adanya program dengan penggunaan pupuk organik berbasis MOL dari buah Maja, kualitas tanah di kawasan konservasi dan lahan pertanian Desa Suka Karya mengalami perbaikan signifikan. Tanah menjadi lebih gembur, kaya

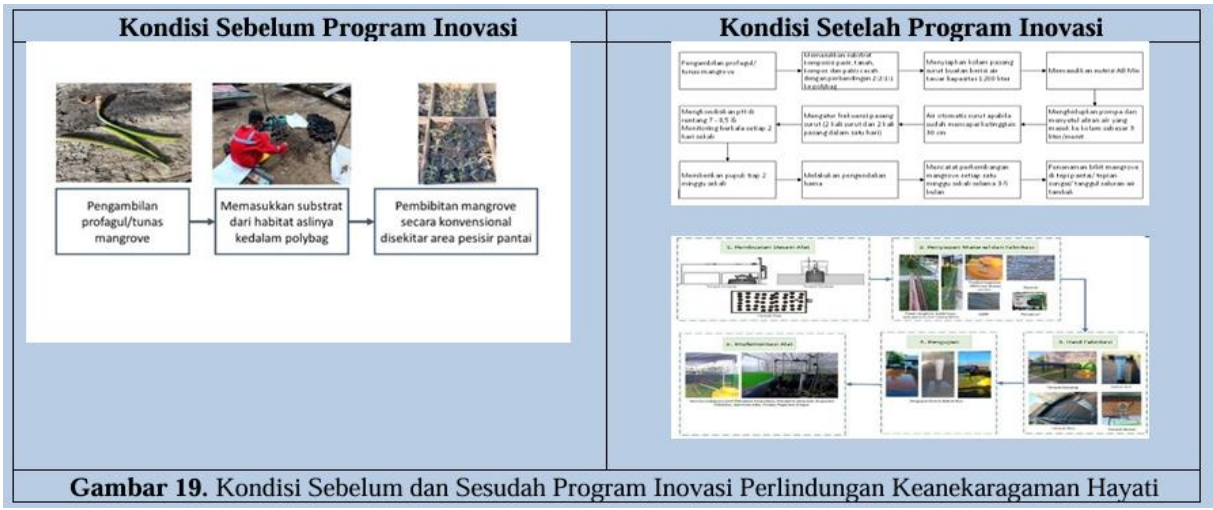


Gambar 18. Skema sebelum dan sesudah Inovasi MOL dari Buah Maja

nutrisi, dan lebih produktif untuk pertanian. Limbah buah Maja dan pelepah pinang yang sebelumnya tidak terolah kini dimanfaatkan dalam proses pembuatan pupuk organik dan produk ramah lingkungan, sehingga mengurangi limbah dan mendukung prinsip zero waste. Gambar 18. Skema sebelum dan sesudah Inovasi MOL dari Buah Maja Melalui program ini, masyarakat Desa Talang Ubi yang tergabung di PPMP dan perempuan di Desa Suka Karya, terutama yang tergabung dalam KWT Melati, semakin berperan aktif dalam kegiatan ekonomi. Dampak lingkungan yang yang dihasilkan dari inovasi ini yaitu terjaganya kondisi tanah Kawasan Konservasi Pendopo. Terdapat indeks keanekaragaman hayati pada tahun 2023 sebesar 1,62 H'.

29	**PT Pertamina EP Asset 2 - Field Prabumulih**	**Program Konservasi Pohon Angsana (Pterocarpus Indicus) dan Merawan (Hopea Mengarawan) dengan Metode SIG-Nature (Sitokinin, Auksin, Giberelin-Nature)**
	Program ini dilatarbelakangi oleh komitmen Perusahaan untuk meningkatkan sistem konservasi flora dan fauna diantaranya dengan menginisiasi penambahan flora spesies (Pterocarpus Indicus) dan (Hopea Mengarawan) atau biasa disebut angsana dan merawan yang merupakan spesies baru di area Konservasi SP Kuang dan juga melakukan pembuatan rumah bakal bibit untuk pengembangan bibit untuk penghijauan di area konservasi lainnya.. Pembuatan rumah bibit akan mampu membantu meningkatkan populasi dan membantu dalam konservasi tanaman yang berada pada level rentan/terancam punah. Inovasi ini menggunakan SIG-Nature yang didapat dari ekstrak bawang dan tauge sebagai alternatif pengganti pupuk cair. Jenis zat pengatur tumbuh alami yang terkandung dalam bawang dan tauge adalah Sitokinin, Auksin, dan Giberelin. Metode ini digunakan karena Sebagian kondisi lahan konservasi di sekitar area proses PT Pertamina EP Prabumulih Field merupakan lahan marjinal kering yang memiliki kandungan hara terbatas. Zat pengatur tumbuh alami sendiri dapat meningkatkan kesuburan tanah, dan kualitas tanaman tidak mudah terserang penyakit serta tanaman lebih sehat. Hal tersebut berdampak positif pada peningkatan jumlah spesies angsana dan merawan pada area konservasi sebesar 300 batang, selanjutnya pelaksanaan edukasi dan sharing knowledge ke SDM yang terlibat dalam area konservasi SP Kuang, serta transfer knowledge kepada masyarakat PLG Isau-Isau untuk meningkatkan awareness pemanfaatan bawang dan tauge yang sebelumnya belum diketahui oleh masyarakat sekitar Laporan inovasi dan Transfer Knowledge terdapat pada lampiran J.  Perbaikan Lingkungan yang dihasilkan ialah peningkatan jumlah dan terpeliharanya spesies angsana dan merawan di SP Kuang dengan kenaikan index kehati 0,041. Selain itu, dampak lingkungan lain dari konservasi ini adalah meningkatnya area serapan air, mengurangi resiko longsor, dan menambah daya serap CO2. Dampak lain dari program ini ialah peningkatan keterampilan SDM yang menjadi pengelola Kawasan Konservasi terhadap pemanfaatan bawang merah, bawang putih, dan tauge.	
30	**PT. Pertamina Hulu Energi - Ogan Komering**	**Pematangan gonad ikan Belida Kalimantan (Chitala borneensis) dengan hormon ovaprim**
	Pematangan gonad ikan Belida Kalimantan (Chitala borneensis) dengan hormon ovaprim Ikan Belida Kalimantan (Chitala borneensis) merupakan salah satu jenis ikan yang dilindungi berdasarkan PermenLHK No. 106 Tahun 2018 tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa yang di Lindungi dan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No.1 tahun 2021 tentang Jenis Ikan yang Dilindungi. Program konservasi ini mendukung tujuan SDGs khususnya point 15.5, yaitu melakukan tindakan cepat dan signifikan untuk mengurangi degradasi habitat alami, menghentikan kehilangan keanekaragaman hayati, dan pada tahun 2020, melindungi dan mencegah lenyapnya spesies yang terancam punah.	

	PHE OK memiliki program unggulan Kehati berupa Program konservasi Ikan Belida Kalimantan (Chitala borneensis) yang merupakan ikan endemik dengan metode pematangan gonad. Dimana 9 ekor ikan belida (6 jantan dan 3 betina) dengan menerapkan metoda pematangan gonad (telur ikan) indukan Belida Kalimantan dengan Ovulating Agent di tengah ekosistem kawasan konservasi makartitama yang berupa hutan sekunder. Ovulating Agent adalah campuran analog salmon Gonadotropihin Releasing Hormon (sGnRH-a) dan anti dopamine yang berfungsi untuk merangsang dan memacu hormon gonadothropin pada tubuh ikan. Pematangan gonad dilakukan dengan penyuntikan Ovulating Agent sehingga dapat mempercepat proses ovulasi dan pemijahan. Inovasi ini dilakukan dengan pemberian stimulant berupa suntikan Ovulating Agent kepada 3 indukan ikan betina berumur 2 tahun dengan harapan gonad pada ikan belida betina bisa cepat matang dengan perbandingan jantan berbanding betina siap kawin 2:1. Setelah diberikan hormon, ikan belida betina ditempatkan di kolam konservasi dengan substrat untuk bertelur terbuat dari bambu. Hasilnya dari 3 indukan belida ditemukan 30 ekor anakan belida yang hidup. Program ini berhasil meningkatkan jumlah individu Belida Kalimantan yang asalnya dari 9 indukan bertambah menjadi 30 ekor. Betina belida yang sudah disuntik hormon Anakan ikan belida kalimantan	
31	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Bunyu**	**Artificial Mangrove Tide**
	Hal tersebut akan mempengaruhi jumlah dan jenis mangrove yang dapat hidup di area pesisir pantai yang dapat menyebabkan rendahnya tingkat keanekaragaman hayati (H'). Asal Usul Inovasi Artificial Mangrove Tide merupakan inovasi pada teknik pembibitan mangrove menggunakan kolam air tawar dengan pasang surut buatan (system siphon bell) yang dapat ditempatkan diluar habitat aslinya (eksitu) dan mudah dimonitoring. Sehingga, pembibitan mangrove menggunakan Artificial Mangrove Tide dapat meningkatkan keberhasilan pembibitan hingga 100% serta pembibitan mangrove dapat dilakukan untuk berbagai jenis mangrove seperti Sonneratia alba, Avicennia marina, Dungun, Avicennia alba, Ceriops tagal dan Rhizopora apiculate, Bruguiera cylindrica dan Rhizopora mucronata.	

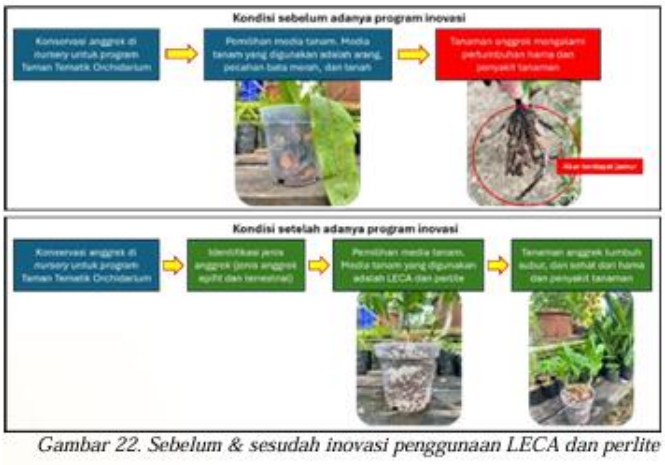


Gambar 19. Kondisi Sebelum dan Sesudah Program Inovasi Perlindungan Keanekaragaman Hayati

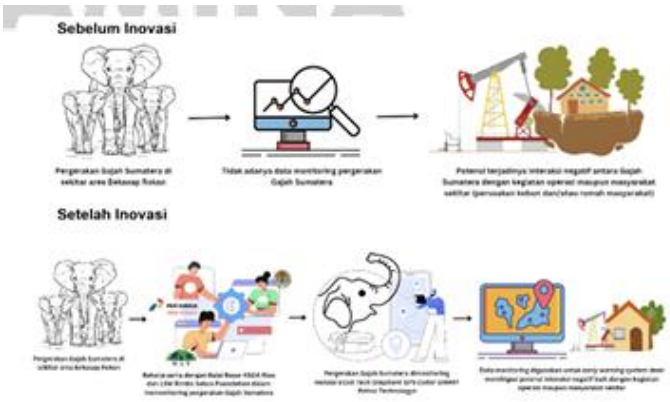
Kondisi sebelum adanya program kegiatan pembibitan mangrove dilakukan secara konvensional (insitu) disekitar pantai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut sehingga memiliki tingkat keberhasilan pembibitan yang rendah. Kondisi setelah adanya program Setelah adanya teknik pembibitan mangrove menggunakan Artificial Mangrove Tide, dapat meningkatkan pertumbuhan mangrove akibat kolam pasang surut air tawar dengan kolam dan pasang surut buatan dapat menjaga kondisi substrat dalam kondisi yang lembab serta dapat meningkatkan keberhasilan pembibitan mangrove. Terdapat keuntungan Bagi Perusahaan Pekerja lapangan mendapatkan pengetahuan tentang metode pembibitan mangrove menggunakan Artificial Mangrove Tide, bagi masyarakat untuk peningkatan pengetahuan dan sumber daya manusia.

32	**PT EMP Energi Riau**	**Konservasi Monyet Ekor Panjang Dengan Ecosystem Enrichment**

Monyet ekor panjang (Macaca fascicularis) adalah spesies primata yang banyak ditemukan di Asia Tenggara, termasuk Indonesia, dan memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem hutan. Menurut IUCN Red List, spesies ini berstatus endangered. Populasinya terus menurun akibat perusakan habitat, perburuan, perdagangan ilegal dan dampak perubahan iklim. Maka dari itu, diperlukan upaya untuk menjaga kelestarian populasi Monyet Ekor Panjang. PT EMP Energi Riau berinisiatif untuk melakukan program Konservasi Monyet Ekor Panjang (Macaca fascicularis) Dengan Ecosystem Enrichment. Sebelum adanya program, disekitar area konservasi perusahaan ditemukan beberapa ekor monyet ekor panjang yang hidup liar di sekitar kawasan konservasi. Monyet ekor panjang yang ada pada area konservasi sering sekali tidak menetap karena kurangnya pepohonan dan ketersediaan makanan untuk mendukung keberlangsungan monyet ekor panjang pada area konservasi. Hal ini dibuktikan dengan tidak adanya monyet ekor panjang pada pemantauan keanekaragaman hayati pada tahun 2020.

	Setelah adanya program, dilakukan pengkayaan ekosistem (ecosystem enrichment) yang merupakan pendekatan yang bertujuan meningkatkan kualitas dan keragaman ekosistem. Salah satu metode utamanya adalah penanaman pohon-pohon lokal untuk menggantikan yang telah hilang, menciptakan habitat yang lebih kaya bagi ekor panjang. Selain itu, pengkayaan ekosistem dilakukan dengan menanam spesies tanaman pakan yang menjadi makanan alami monyet ekor panjang seperti jenis buah, daun, dan biji-bijian, serta membangun struktur buatan seperti sarang untuk tempat berlindung. Melalui pengkayaan ekosistem, konservasi monyet ekor panjang dapat menjadi lebih efektif, memastikan bahwa habitat mereka tetap lestari dan mendukung populasi monyet yang sehat serta memungkinkan mereka beradaptasi dengan perubahan lingkungan.	
33	**PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur Daerah Operasi Bagian Selatan (DOBS)**	**Program Konservasi Anggrek Kalimantan Semi-Hidroponik Menggunakan Lightweight Expanded Carbon Aggregate (LECA) dan Mineral Vulkanik**
	Salah satu kegiatan pengelolaan keanekaragaman hayati yang dilakukan oleh PHKT DOBS yaitu konservasi anggrek Kalimantan di Taman Tematik Orchidarium. Tanaman anggrek yang dikonservasi yaitu anggrek dari hasil eksplorasi di hutan alami Kalimantan, lalu selanjutnya dikembangbiakkan secara exsitu. Kegiatan perawatan tanaman anggrek perlu memperhatikan jenis anggrek yang dikonservasi. Beberapa tanaman anggrek memiliki sifat tanaman tropis yang tidak membutuhkan air terlalu banyak seperti anggrek epifit (Phalaenopsis, Cattleya, Laelia, dan Dendrobium) dan anggrek terrestrial (Paphiopedilum), namun memerlukan kelembaban yang cukup untuk dapat tumbuh dengan optimal. Beberapa kondisi tanaman anggrek ditemukan mengalami pertumbuhan jamur dan kebusukan pada akar.  *Gambar 22. Sebelum & sesudah inovasi penggunaan LECA dan perlite* ngan menggunakan perbandingan kombinasi media tanam LECA (70%) dan perlite (30%), metode ini memiliki beberapa keunggulan yaitu mencegah overwatering, keseimbangan kelembaban dan drainase, sirkulasi udara yang optimal, memiliki pH yang netral serta bebas dari hama dan penyakit. Selain itu, media LECA dan perlite juga stabil, ringan, tahan lama, serta mudah digunakan. Sebelum adanya program, media tanam yang digunakan belum memperhatikan jenis anggrek yang ditanam. Media tanam yang digunakan adalah campuran arang, pecahan bata merah, dan tanah. Karena kondisi yang terlalu banyak air bagi anggrek epifit dan terrestrial, ditemukan pertumbuhan jamur pada akar tanaman anggrek. Setelah adanya program, konservasi tanaman anggrek epifit dan terrestrial menggunakan media tanam kombinasi media tanam LECA (70%) dan perlite (30%) yang memiliki keunggulan kelembapan yang terkendali, drainase yang baik, sirkulasi udara yang optimal, serta ketahanan yang baik terhadap pembusukan dan hama, sehingga menjadikannya salah satu media tanam yang efektif untuk anggrek.	

34	**PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur**	**Program Konservasi Ekosistem Terumbu Karang dari Konversi Anjungan Lepas Pantai (Rig to Reef)**
	PHKT DOBU memiliki fasilitas produksi di area lepas pantai (offshore) salah satunya anjungan lepas pantai (platform) Attaka-EB bertipe Stacked Template Structure (STS) yang sudah non-aktif. Untuk pelaksanaan kewajiban tersebut, PHKT DOBU menyampaikan inisiatif pelaksanaan kegiatan pembongkaran platform untuk dimanfaatkan sebagai terumbu karang buatan (rig to reef). Inisiatif ini disambut positif oleh Pemerintah Indonesia dan Pemerintah Korea, serta didukung oleh Pemerintah Daerah dalam implementasi kegiatannya. Program inovasi rig to reef berasal dari Perusahaan sendiri dari adanya alternatif metode dalam kegiatan pembongkaran struktur platform dimanfaatkan menjadi substrat terumbu karang buatan. *Gambar 23. Skema sebelum dan setelah program rig to reef* Sebelum adanya program, kegiatan pasca-operasi dilakukan dengan metode konvensional yaitu membawa platform yang sudah tidak aktif ke darat untuk disimpan sebagai aset negara. Metode ini membutuhkan lahan yang cukup luas dan tidak memberikan dampak positif bagi lingkungan karena hanya akan menjadi tumpukan besi sampai dilakukan pelepasan dan penghapusan asset negara, kemudian baru dapat dimanfaatkan kembali. Apabila platform dibawa ke darat, maka kondisi sebelumnya di area Perairan Bontang tidak akan mengalami improvement, dimana tidak adanya substrat untuk menempel dan habitat pertumbuhan larva terumbu karang yang menyebabkan kematian larva terumbu karang tersebut. Kondisi setelah adanya program, platform Attaka-EB yang sudah non-aktif dimanfaatkan menjadi terumbu karang buatan (rig to reef). Adapun tahapan pelaksanaan rig to reef yaitu dimulai dari penutupan sumur, pembongkaran komponen topside dan topside secara keseluruhan, pembongkaran pipa yaitu pipa conductor, pipa riser, dan pipeline, pembongkaran jacket, serta peletakan/penenggelaman struktur yang telah dibongkar pada area rig to reef.	
35	**PT Pertamina Hulu Rokan - Bekasap Rokan**	**Konservasi Gajah Sumatera melalui ECoS Tech di Suaka Margasatwa Balai Raja**
	Pengembangan program inovasi melalui ECoS Tech di Suaka Margasatwa Balai Raja karena ditemukan interaksi antara aktivitas manusia dengan jalur lintasan Gajah Sumatera. Oleh karenanya muncul ide untuk memitigasi interaksi tersebut melalui monitoring dan perlindungan Gajah Sumatera menggunakan metode ECos Tech.	

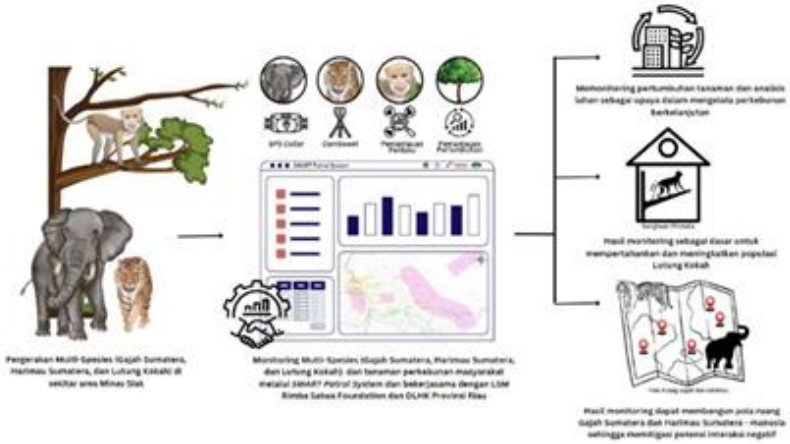


Gambar 15. Skema Perubahan Inovasi Konservasi Gajah Sumatera melalui *ECoS Tech* di Suaka Margasatwa Balai Raja

Sebelum adanya program inovasi, pergerakan Gajah Sumatera tidak teridentifikasi, sehingga potensi terjadinya pertemuan dengan masyarakat menjadi tinggi. Beberapa di antara interaksi tersebut berupa perusakan kebun masyarakat di sekitar area operasi Bekasap Rokan yang berada pada lintasan gajah. Gajah juga pernah melintas masuk komplek PHR Bekasap Rokan. Setelah adanya program inovasi, pergerakan gajah teridentifikasi dengan program ECoS Tech (Elephant GPS Collar SMART Patrol Technology) dengan memasang GPS Collar pada Gajah Sumatera, kemudian data tersebut dianalisis untuk mendapatkan sebaran spatial dan temporal Gajah Sumatera, sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk early warning system demi memitigasi potensi interaksi negatif gajah, baik dengan kegiatan operasi maupun masyarakat sekitar.

36	**PT Pertamina Hulu Rokan - Minas Siak**	**Konservasi Multi-Spesies (Gajah Sumatera, Harimau Sumatera, dan Lutung Kokah) di Giam Siak Kecil melalui SMART Patrol System**

Di area kerja PHR WK Rokan Wilayah Operasi Minas Siak, terdapat 3 (tiga) spesies yang menjadi prioritas penting konservasi, yaitu Gajah Sumatera, Harimau Sumatera dan Lutung Kokah. Ketiga spesies tersebut masuk dalam status sangat terancam punah atau critically endangered dan salah satu spesies yaitu LutungKokah merupakan endemik Riau. Multi-spesies ini hidup dan memiliki ruang jelajah di sekitar area Minas Siak, sehingga menimbulkan beberapa masalah utama yang secara langsung memberikan dampak pada ancaman pengelolaan multi-spesies berupa konflik satwa liar – manusia, perburuan liar, penyakit satwa liar dan ruang jelajah serta daya dukung habitat yang semakin menurun.

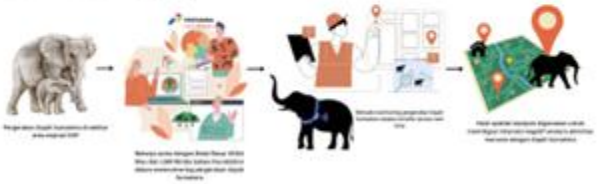


Gambar 19 Gambaran Program MART Patrol

	Kondisi sebelum adanya program, tumpang tindih area jelajah atau kehidupan multi-spesies (Gajah Sumatera, Harimau Sumatera dan Lutung Kokah) dengan aktivitas manusia menimbulkan konflik antara satwa liar – manusia, selain itu tidak adanya kegiatan monitoring terhadap pergerakan satwa liar sehingga potensi terjadinya pertemuan dengan aktivitas manusia menjadi tinggi, Contoh diantara interaksi tersebut berupa perusakan kebun masyarakat oleh Gajah di sekitar area operasi Minas Siak yang berada pada lintasan Gajah. Kurangnya data yang berkaitan dengan keberadaan multi-spesies juga menyebabkan kesulitan dalam memonitoring baik dari jumlah maupun keberadaan satwa, sehingga perlu adanya database agar dapat memitigasi ancaman-ancaman untuk satwa liar tersebut. Setelah adanya program, penerapan aplikasi SMART ini dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan kawasan berkelanjutan dengan membangun jaringan perlindungan keanekargaman hayati yang berkolaborasi bersama LSM RSF, pemerintah, dan masyarakat sekitar. Salah satu hasil dari program ini selain untuk memonitoring dan melindungi multispesies yang terancam punah yaitu membangun pola ruang gajah - manusia yang berkesesuaian untuk koeksistensi gajah – manusia serta mendukung pengembangan ekosistem berkelanjutan.	
37	**PT Pertamina Hulu Rokan - Duri Steam Flood**	**eCollar - Utilising Satellite Technology for Elephas maximus sumatranus Conservation**
	Berdasarkan isu penting tersebut, PT PHR WK Rokan Wilayah Operasi DSF berkomitmen untuk mendukung program nasional perlindungan Gajah Sumatera melalui program eCollar dan bekerja sama dengan LSM Rimba Satwa Foundation (RSF) yang merupakan lembaga konservasi yang bekerja dalam perlindungan Gajah Sumatera terutama dalam mendorong peningkatan daya dukung populasi spesies tersebut. Skema sebelum program: Program ini berdampak pada perubahan sistem dimana terdapat metode eCollar pada upaya konservasi Gajah Sumatera. Kondisi sebelum adanya program yaitu pergerakan Gajah Sumatera tidak teridentifikasi, sehingga potensi terjadinya pertemuan dengan warga menjadi tinggi, beberapa diantara interaksi tersebut berupa perusakan kebun masyarakat di sekitar area operasi DSF yang berada pada lintasan gajah, menghancurkan sumber penghidupan petani, dan memicu ketegangan antara manusia dan satwa liar. Gajah juga pernah melintas masuk komplek PT PHR WK Rokan Wilayah Operasi DSF.	

Skema sebelum program:

Skema setelah program:



Gambar 15. Skema Inovasi *eCollar - Utilising Satellite Technology for Elephas maximus sumatranus Conservation*

Setelah adanya program ini, dilakukan program monitoring pergerakan Gajah Sumatera melalui spatial monitoring berbasis digital dengan memanfaatkan eCollar, bekerja sama dengan LSM Rimba Satwa Foundation (RSF) sesuai Perjanjian Swakelola No. UI124143 dan Balai Besar KSDA Riau sesuai Perjanjian Kerja sama No. PKS.1817/K.6/BTU/KUM.3/08/2022 / No. 659/PHR-83000/2022/S0. Skema setelah program: Gambar 15. Skema Inovasi eCollar - Utilising Satellite Technology for Elephas maximus sumatranus Conservation Dengan adanya monitoring digital ini, masyarakat dapat diberi peringatan lebih awal jika gajah mendekati wilayah perkebunan. Langkah-langkah pencegahan, seperti menggiring gajah ke jalur aman atau membuat zona penyangga, dapat dilakukan sebelum terjadi kerusakan. Hal ini menurunkan insiden perusakan tanaman, meningkatkan keamanan pangan bagi petani, serta memulihkan kepercayaan masyarakat terhadap upaya konservasi.

38	**PT Pertamina EP Asset 4 Sukowati Field**	**Budidaya Melon Hidroponik**

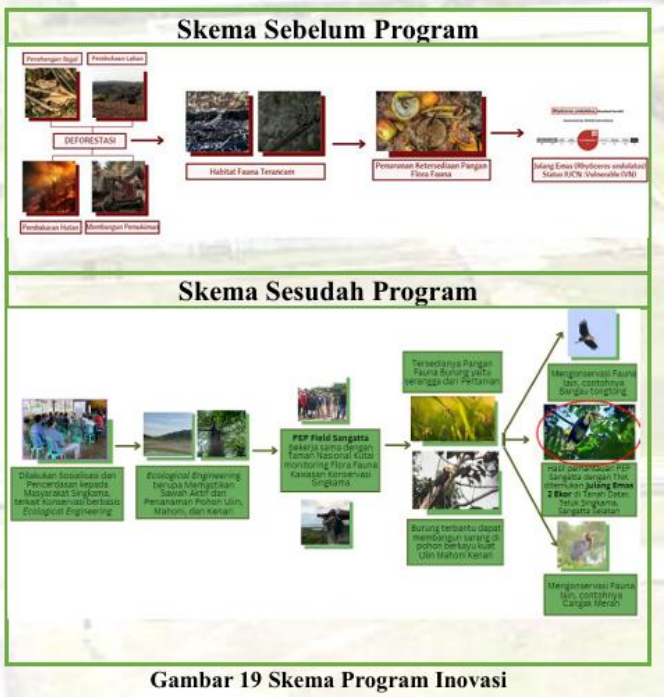
Pelaksanaan inovasi ini juga sebagai peningkatan tumbuhan melon dan sebagai implementasi program penghijauan di Desa Rahayu Kabupaten Tuban. Inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor minyak dan gas bumi EP dan Menurut Best Practice 2022-2023 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan belum pernah diimplementasikan di sektor minyak dan gas bumi EP Budidaya Melon Hidroponik berdampak pada perubahan komponen dimana terdapat penambahan tanaman disekitar lokasi konservasi. Kondisi sebelum adanya program, Kondisi lokasi area Dusun Sarirejo, Desa Rahayu, Kecamatan Soko, Kabupaten Tuban sebelum adanya inovasi Budidaya Melon Hidroponik Premium merupakan lahan kosong yang tandus. Sebelum adanya inovasi, lahan tidak dimanfaatkan sebagiamana mestinya karena sulitnya tanaman untuk berkembang biak karena kurangnya nutrisi tanah untuk tumbuh kembang sebuah tanaman.

Gambar 19 Skema Sebelum dan sesudah adanya program inovasi
(Sumber: Laporan Pelaksanaan Program Inovasi Aspek Keanekaragaman Hayati)

Kondisi setelah adanya program, Sebagai komitmen perusahaan terhadap Lingkungan, maka PT Pertamina EP Asset 4 Sukowati Field dan bekerja sama dengan stakeholder serta masyarakat sekitar, lahan seluas 4,4 Hektar diubah menjadi RTH (Ruang Terbuka Hijau). Program ini merupakan salah satu cara untuk meningkatkan produksi melon yang berkualitas di Desa Rahayu. Dalam pelaksanaan program telah di tanam sebanyak 2000 pohon melon dengan teknik penanaman hidroponik. Penggunaan teknik penanaman hidroponik dilakukan karena penanaman melon hidroponik ini merupakan salah satu contoh teknik bertanam yang ramah dalam lingkungan dan diharapkan mendapatkan hasil yang maksimal dalam lahan yang relatif sempit.

39	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Sangatta**	**Konservasi Julang Emas secara Ex-Situ dengan Metode Ecological engineering sebagai Bio-diversity Enhancement pada Kawasan Konservasi Singkama**

Sebelum Program berjalan. tidak ditemukan Julang Emas (Rhyticeros undulatus) di kawasan Konservasi Singkama. Tingkat kelangsungan hidup spesies ini sangat rendah yaitu sebesar 30-40%. indeks keanekaragaman hayati sebesar

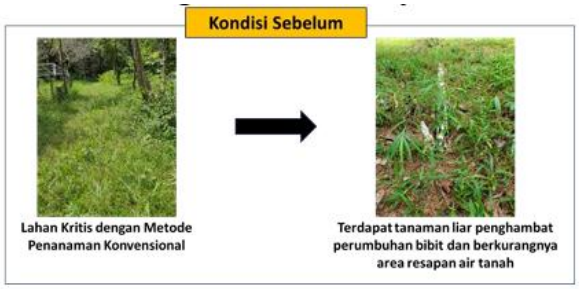


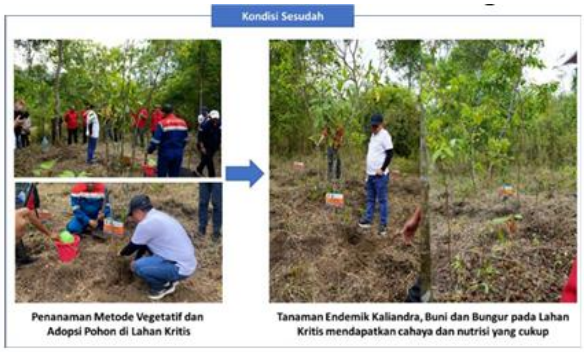
Gambar 19 Skema Program Inovasi

Program ini masuk ke dalam kategori perubahan Sistem dengan klasifikasi konservasi melalui rekayasa ekologi pada spesies Julang Emas yang dilindungi berdasarkan Permen LHK No. P106 tahun 2018 dengan menggunakan metode Ecological engineering. Selain itu program inovasi ini berkolaborasi dengan pengelola Taman Nasional Kutai (TNK). Dari sisi Masyarakat. yaitu Petani pemilik sawah dekat area kawasan konservasi Singkama dengan mengurangi penggunaan insektisida menjadikan penghematan biaya dari pengurangan pembelian insektisida sebesar Rp 705.000,00 Value Creation dari adanya program ini. yaitu dapat meningkatkan indeks keanekaragaman hayati 2024 sebesar 4.22 H' dengan rincian yaitu Indeks Keanekaragaman Jenis Flora (H') sebesar 1.58 dan Keanekaragaman Jenis Fauna (H') 2.64. Penghematan biaya untuk masyarakat dari program ini yaitu sebesar Rp705.000,00 dengan anggaran biaya program sebesar Rp11.275.000,00.

40	**PT. Pertamina EP Asset 3 - Field Jatibarang**	**Rehabilitasi Lahan Kritis dengan Adopsi Pohon Asuh secara Konservasi Vegetatif di Taman Nasional Gunung Ciremai**

Program inovasi "Rehabilitasi Lahan Kritis dengan Adopsi Pohon Asuh secara Konservasi Vegetatif di Taman Nasional Gunung Ciremai" merupakan pionir yang tidak ditemukan dalam industri sejenis berdasarkan Buku Best Practice dan Inovasi Tahun 2019, 2021 2022, dan 2023 yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Sebelum adanya inovasi, dilakukan penanaman dengan metode konvensional menggunakan teknik tumpang tindih, namun tidak efektif dikarenakan banyaknya tanaman liar tumbuh bersaing dengan tanaman endemik, sehingga dapat mengurangi sumber daya berupa nutrisi dan cahaya matahari pada tanaman tanaman kaliandra, buni dan bungur Program Inovasi "Rehabilitasi Lahan Kritis dengan Adopsi Pohon Asuh secara Konservasi Vegetatif di Taman Nasional Gunung Ciremai" ini merupakan tipe inovasi Perubahan Sub Sistem karena terdapat perubahan metode penanaman pohon endemik Kaliandra, Buni dan Bungur sebelumnya berupa konvensional menjadi metode teknik konservasi vegetatif pada lahan kritis area konservasi Taman Nasional Gunung Ciremai digunakan untuk mendukung pertumbuhan tanaman, meningkatkan kualitas air tanah dan mengurangi tingkat erosi.

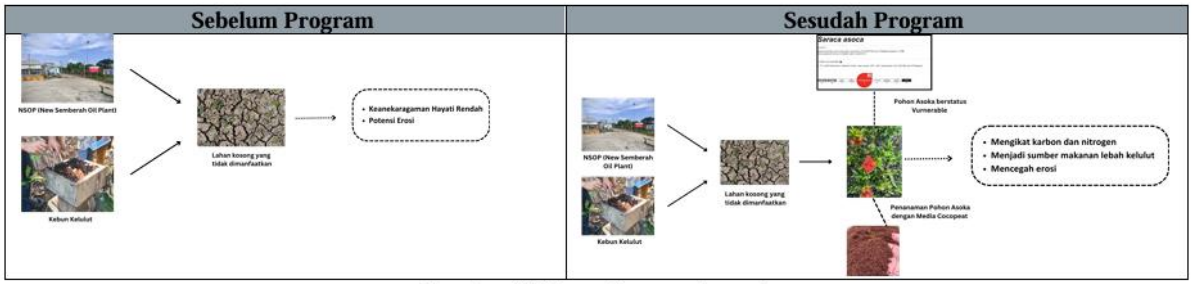




Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa penambahan jenis tanaman Kaliandra sebanyak 25 batang, tanaman Buni 15 batang dan tanaman Bungur 25 batang pada tahun 2024. Selain itu juga, dilakukan penghematan pemberian pupuk sebanyak 3 kali/bulan selama musim tanam. Dilakukan pemupukan untuk tanaman kaliandra, buni dan bungur berupa pupuk P (Phospat) sebanyak 20 kg/ha/tahun atau penghematan senilai Rp. 900.000. Inovasi ini termasuk kedalam inovasi perubahan subsistem memiliki nilai tambah Rantai Nilai karena melibatkan seluruh stakeholder terkait, PT Pertamina EP Jatibarang Field bekerjasama dengan Balai Taman Nasional Gunung Ciremai dan masyarakat Desa Cilimus melalui POKDARWIS Bumi Katineng.

41	**PT Pertamina EP Sangatta Field - Lapangan Semberah**	**Budidaya Asoka (Saraca asoca) dengan Media Cocopeat**

Program Budidaya Asoka (Saraca asoca) dengan Media Cocopeat. Sebelum program diimplementasikan, terdapat lahan kosong serta tidak adanya upaya perbaikan dan pelestarian lingkungan di area Semberah Plant dan area Kebun Kelulut. Kondisi top soil pada area yang menjadi target penanaman memiliki lahan yang kurang hijau dengan vegetasi yang minim karena kurangnya kadar nitrat (NO3-) dengan kisaran 5-10 mg/kg tanah. Setelah program diimplementasikan, terjadi peningkatan pada kualitas ekosistem di kedua lokasi. Penggunaan cocopeat pada tanaman memberikan dampak positif pada tanah dan pertumbuhan tanaman. Kadar nitrat (NO3-) meningkat dengan kisaran 10-50 mg/kg tanah.



Gambar 17 Skema Program Inovasi

Selain itu, Program inovasi ini termasuk dalam kriteria dampak Subsistem dengan melibatkan Masyarakat dengan nilai tambah berupa rantai nilai dikarenakan dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan, produsen, masyarakat, supplier, dan lingkungan. Value Creation dari program ini yaitu dapat meningkatkan indeks keanekaragaman hayati sebesar 1,60 H' dengan rincian indeks keanekaragaman hayati flora sebesar 0,95 H' dan indeks keanekaragaman hayati fauna sebesar 0,65 H' dengan total anggaran program sebesar Rp 2.500.000,00. Program ini memiliki unsur kebaruan karena belum pernah dilakukan oleh perusahaan lainnya di Indonesia khususnya pada sektor Migas EP.

G. Pemberdayaan Masyarakat

No	Nama Perusahaan	Judul Inovasi
1	**PT Pertamina EP Asset 1 - Field Jambi**	**Bioreaktor Pembangkit Pupuk Cair (BPPC)**

Program **Community Development (CD) Pertamina EP Field Jambi** melalui *GERAI ENERGI* menghadirkan inovasi pengelolaan limbah organik dengan **Bioreaktor Pembangkit Pupuk Cair (BPPC)**. Program yang dikembangkan bersama Kelompok Tani Paris Jaya dan Universitas Jambi ini memanfaatkan limbah organik sisa panen, bakteri pencacah, dan tenaga matahari untuk menghasilkan pupuk cair organik secara ramah lingkungan. Pendekatan ini menggantikan praktik lama pembakaran limbah yang menimbulkan polusi dan masalah kesehatan, sekaligus menjadi solusi sederhana namun efektif untuk mendaur ulang limbah.

Hasil program menunjukkan manfaat nyata, yaitu pengurangan penggunaan pupuk kimia urea hingga 1.000 kg per tahun dan penghematan biaya sekitar Rp27 juta per tahun bagi petani. Selain itu, emisi CO_2 berhasil ditekan sekitar 0,2 Gg CO_2eq per tahun. Program ini juga mendorong perubahan perilaku masyarakat yang kini beralih dari membakar limbah menjadi mengolahnya menjadi pupuk cair, serta memperkuat kohesi sosial antar kelompok tani dan masyarakat di Desa Pompa Air, Desa Bungku, dan Ladang Peris.

Lebih jauh, inovasi ini memperkuat **rantai nilai komunitas** dengan menjadikan limbah pertanian sebagai sumber daya produktif. Pupuk cair organik yang dihasilkan meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen, memberi manfaat langsung bagi Kelompok Tani Paris Jaya maupun Kelompok Wanita Tani. Dengan demikian, program tidak hanya menyelesaikan persoalan lingkungan, tetapi juga meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui efisiensi biaya dan kualitas pertanian yang lebih baik.

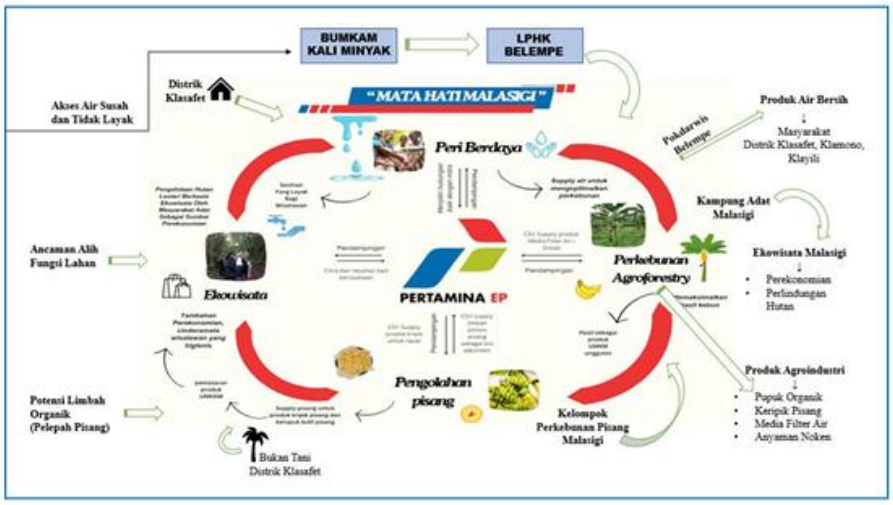
Gambar 18 Skema Inovasi Sosial

2	PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Papua	Program MATAHATI MALASIGIH

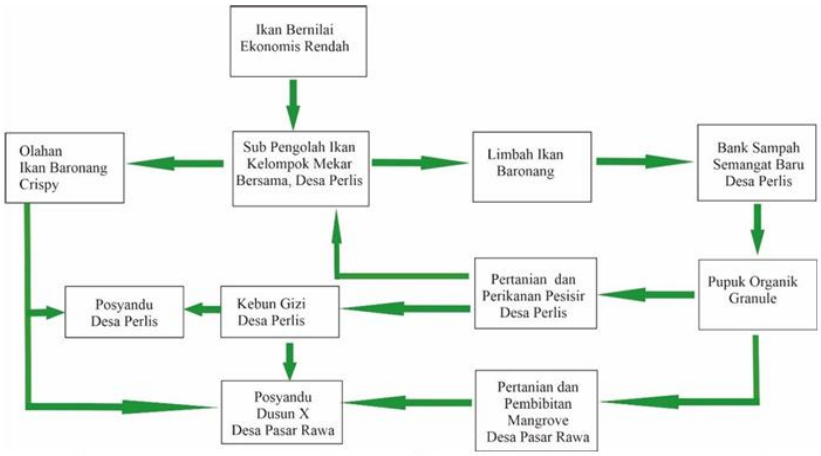
Program ini dilatarbelakangi dari masyarakat di Distrik Klayili yang sangat bergantung hutan untuk memenuhi kebutuhan hidup dengan cara merambah dan meramu hutan, yang menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan, mulai dari deforestasi, hilangnya habitat, dan perubahan iklim yang mengakibatkan berkurangnya sumber resapan air. Sistem pengelolaan hutan lestari melalui SIHUMASTA merupakan inovasi yang sistem pengelolaan hutan yang berkelanjutan dengan skema Hutan Desa yang pertama dan satu satunya (Lampiran 1) di Kabupaten Sorong Provinsi Papua Barat Daya.

Perubahan Rantai Nilai, kelompok BumKam Kali Minyak dan LPHK Belempe melakukan pengolahan air bersih untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga dan kebutuhan Ekowisata, juga digunakan sebagai air baku untuk budidaya ikan air tawar dan pertanian hidroganik (Bukan Tani) yang dilakukan kelompok BumKam. Panen ikan dari Program Bukan Tani menghasilkan air buangan kolam yang dimasukkan ke bak residu sebesar 5% -10% dari total air setiap harinya untuk diolah yang kemudian dimanfaatkan sebagai nutrisi tambahan pupuk cair untuk kegiatan pertanian dan juga dimanfaatkan oleh kelompok petani pisang di Kampung Klamono Olie dan Kampung Adat Malasigi. Kelompok ini menghasilkan bahan baku pengolahan keripik pisang dan kerupuk kulit pisang oleh kelompok pengolahan pisang, sedangkan pelepah pisang yang menjadi limbah organik dari pertanian pisang dimanfaatkan sebagai media filter dalam pengolahan air dan pupuk organik.

Hasil dari kelompok pengolahan pisang berupa keripik pisang dan kerupuk kulit pisang disupply ke kelompok BumKam Klamono Olie dan LPHK Belempe untuk dipasarkan (Kajian Internasional JSPS Budidaya dan Pengolahan Pisang). Inovasi ini membentuk program zero waste and low budget. Penambahan Kualitas Layanan Produk, Inovasi SIHUMASTA terbukti mampu meningkatkan pendapatan kelompok sebesar Rp44.000.000,-/bulan atau setara dengan Rp528.000.000,-/tahun. Sebelumnya masyarakat di Kampung Adat Malasigi belum memiliki legalitas pengelolaan hutan dengan sistem perhutanan sosial, kini memiliki legalitas hutan desa seluas 1.750 ha. Peningkatan kualitas air sungai yang dimanfaatkan masyarakat, awalnya memiliki tingkat kekeruhan air 280 mg/liter dan pH 8,4 menjadi 173 mg/liter dan pH 7, sebelumnya tidak ada pemantauan hewan endemik Burung Cendrawasih, menjadi memiliki 16 spot pemantauan burung cendrawasih, (41 individu dari 5 jenis Burung Cendrawasih). Terjadi penurunan biaya pembelian BBM untuk kebutuhan air bersih dan listrik masyarakat dari Rp3.000.000/bulan atau setara dengan Rp36.000.000/tahun menjadi Rp1.125.000/bulan atau setara dengan Rp13.500.000/tahun. Dengan 23 pemanfaatan energi baru terbarukan dan pengolahan air bersih. Inovasi ini telah dimanfaatkan oleh 54 jiwa atau seluruh masyarakat di Kampung Adat Malasigi.

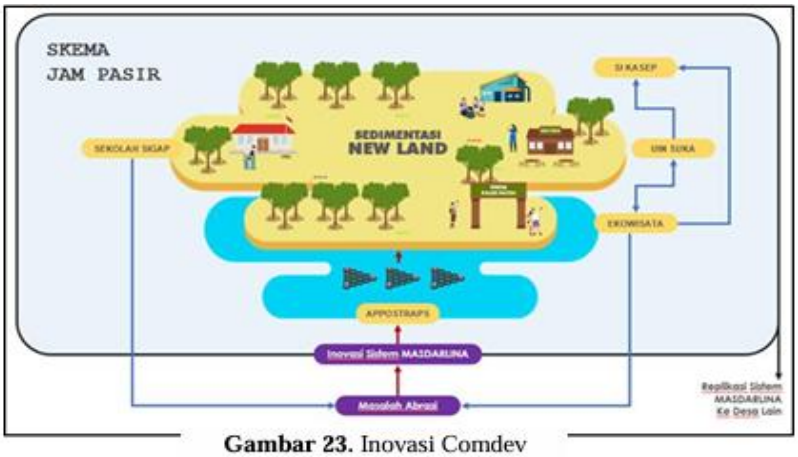


3	**EMP Bentu Limited**	**Program Sinergi Ekonomi di Kelurahan Langgam**
	Salah satu elemen penting dari program ini adalah pelibatan ibu rumah tangga dalam produksi souvenir tanjak, yang dilakukan melalui pelatihan intensif dan pendampingan berkelanjutan. Dengan membekali para ibu rumah tangga dengan keterampilan baru, inisiatif ini menyediakan peluang pendapatan tambahan yang berharga dan memberdayakan perempuan di dalam komunitas, yang secara langsung meningkatkan kapasitas individu dan kelompok. Pendapatan anggota kelompok Konveksi Seroja setelah program yaitu diatas UMK Kabupaten Pelalawan 2024 adalah Rp 3.395.359,03. Dengan rata-rata peningkatan pendapatan sebesar Rp 1.220.898 atau sebesar 52,33% dari pendapatan sebelumnya. Upaya ini juga menghasilkan kohesivitas sosial yang lebih kuat, mendorong kolaborasi dan solidaritas di antara anggota masyarakat. EMP Bentu memainkan peran krusial dengan menyediakan sumber daya yang diperlukan, memastikan program ini berhasil dan dapat berlangsung dalam jangka panjang. Salah satu manfaat lingkungan yang paling jelas adalah melalui penanaman pohon, seperti Durian, Mangga, Kelengkeng, Ketapang Kencana, Tabebuya, Trambesi, dan Daun Merah. Secara kolektif, keberadaan pohon-pohon ini berkontribusi terhadap penyerapan karbon dioksida, dengan total sekitar 11,550 kg CO2 yang dihilangkan dari atmosfer setiap tahunnya. Upaya ini membantu mengurangi dampak perubahan iklim lokal dengan menurunkan jumlah gas rumah kaca di udara. **Gambar Kemasan Baru Abon Ikan Patin dan Instagram bang.kitdotcom**	
4	**PT. Pertamina EP Asset 1 - Field Pangkalan Susu**	**Program Perlis Cinta Lingkungan**
	Sebelum adanya Program, saat hasil tangkapan ikan yang melimpah dan tidak bernilai ekonomis seperti baronang, warga memiliki kebiasaan membuang sungai/paluh maaupun di parit dan ke kebun pertanian dengan menimbulkan bau. Padahal limbah ikan yang mengalir langsung ke sungai atau luapan di daerah tersebut akan menjadi sumber pencemaran air jika sistem pengolahannya tidak sesuai (Syukor, et al., 2021). Limbah perairan, khususnya limbah cair hasil pengolahan ikan, sering kali dibuang ke lingkungan, seperti sungai. Limbah yang diolah secara langsung dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan seperti tumbuhnya tanaman yang merugikan, bersifat racun 23 ` bagi organisme perairan, menurunkan konsentrasi DO (Dissolved oxygen) dalam air, menimbulkan bahaya bagi kesehatan manusia dan menimbulkan bau yang tidak sedap (Pamungkas, 2016). Sebelum ada program inovasi Ganikan, kotoran perut ikan dan tulang yang dibuang ke laut sejumlah 110 Kg/Bulan. Setelah adanya inovasi program Ganikan, kelompok pengolah pupuk organik granule mengolah sisa kotoran ikan sejumlah 110 Kg/Bulan menjadi bahan campuran untuk produk pupuk organik granule sejumlah 600 Kg/bulan yang bernilai ekonomis. Kelompok dan warga mulai beralih dari pupuk kimia ke pupuk organik granule untuk kebun pertanina sayur maupun sawit. Selain itu, kelompok juga menghasilkan produk Kripik Ikan Baronang yang bernilai ekonomis sejumlah 125 Kg/bulan. Produk Kripik Baronang juga didistribusikan pada pemberian makanan tambahan (PMT) untuk Ibu Hamil	

	sebanyak 3 Ibu Hamil di Desa Perlis dan 5 Ibu Hamil di Desa Pasar Rawa selama tahun 2024.
	Program ini memiliki rantai nilai yang saling terintegrasi dengan program lainnya. Pertama Kelompok Sub Pengolah Ikan, Bank Sampah Semangat Baru Desa Perlis mengolah, memproduksi Kripik Ikan Baronang di Desa Perlis dan dipasarkan. Kedua, Pupuk Organik Granule diproduksi dan dipasarkan oleh Unit Pengolah Pupuk Organik, Bank Sampah Semangat Baru ke Pertanian Pesisir Perlis, Kecamatan Brandan Barat dan pemupukan pembibitan konservasi mangrove di Desa Pasar Rawa. Kemudian, selain pupuk organik granule, terdapat ikan crispy baronang untuk PMT Ibu Hamil di wilayah Desa Perlis dan Desa Pasar Rawa. Dengan rantai nilai berikut:  **Gambar 8 Diagram rantai nilai pengolahan dan pemasaran inovasi Ganikan**

5	PT. Pertamina Hulu Energi - Offshore North West Java (PHE ONWJ)	MASDARLINA (Masyarakat Sadar Lingkungan & Bencana)

Inovasi ini berada pada tingkatan sistem melalui integrasi penanganan masalah lingkungan di area pesisir. Program ini telah memunculkan perubahan perilaku masyarakat akan pentingnya menjaga lingkungan dengan tidak melakukan pembakaran ban bekas dan memanfaatkan Gambar 22. Penghargaan Comdev ban bekas tersebut untuk menjadi APPOSTRAPS ; istri nelayan yang tidak produktif menjadi lebih produktif dan mampu berkontribusi dalam peningkatan perekonomian keluarga; serta meningkatnya kesadaran anak-anak pesisir tentang bahaya abrasi melalui penerapan pendidikan lingkungan lingkungan hidup kepada siswa sekolah dasar yang ada di wilayah Desa Sukajaya. Melalui Program JAM PASIR, perusahaan mengembangkan konsep New Land, New Hope. Sedimentasi yang terbentuk akibat keberadaan APPOSTRAPS mampu memunculkan transformasi sosial di masyarakat.



Gambar 23. Inovasi Comdev

Inovasi MASDARLINA yang ada dalam Program JAM PASIR di Desa Sukajaya telah memunculkan Perubahan Rantai Nilai di masyarakat. Pemanfaatan limbah ban bekas menjadi APPOSTRAPS oleh Kelompok Kerja Pemberdayaan Masyarakat pesisir (KKPMP) menghasilkan sedimentasi (new land) yang dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai aktivitas yang mampu menjadi sumber perekonomian baru. Aktivitas yang muncul diatas “new land” tersebut diantaranya Ekowisata mangrove yang dikelola oleh kelompok PRPM; pengolahan hasil perikanan dan mangrove oleh GAPOKAN Pantai Barokah; pengelolaan sampah pesisir oleh Kelompok SI KASEP; integrase pendidikan lingkungan hidup dengan Sekolah Dasar di Desa Sukajaya; serta munculnya replikasi system MASDARLINA ke desa lain oleh kelompok lain.

Penambahan Kualitas Layanan Produk. Sampai dengan saat ini sebanyak 861 jiwa telah terlindungi dari ancaman abrasi di wilayah Desa Sukajaya. Program JAM PASIR telah terbukti memunculkan penghematan biaya penanggulangan abrasi di masyarakat pesisir, dari yang sebelumnya memakan biaya sebesar Rp 1,3 miliar untuk pemasangan breakwater dari beton sepanjang 390 meter menjadi Rp 100 juta untuk pemasangan APPOSTRAPS sepanjang 100 meter. Selain itu, adanya kelompok GAPOKAN Pantai Barokah yang mengolah hasil perikanan dan beranggotakan 25 istri nelayan juga mampu meningkatkan pendapatan keluarga nelayan hingga mencapai 2,5%, dari yang sebelumnya Rp 1.600.000/ bulan menjadi Rp 4.000.000/bulan. Keunggulan kompetitif pada Program JAM PASIR ini adalah melalui pemanfaatan ban bekas untuk dijadikan penahan abrasi yang memunculkan sedimentasi yang dimanfaatkan untuk ecoeduwisata. Selain itu, penambahan kualitas layanan produk yang dihasilkan dari pengelolaan sampah pesisir menggunakan pirolisis yg mengubah sampah pesisir menjadi asap cair yang bisa dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai pembasmi serangga.

	antar kegiatan lingkungan di dalamnya antara lain aplikasi Bocil Keling, dengan konsep playing for the planet yang dapat mengintegrasikan aktivasi ramah lingkungan dalam sebuah permainan yang menyenangkan dan edukatif. Sampah yang sudah diklasifikasi jenisnya melalui aplikasi tersebut lalu dikumpulkan dalam Bank Sampah Siswa.	
6	**PT. Pertamina EP Asset 4 - Field Donggi Matindok**	**SIMPUL EMAS (Sistem Pengelolaan Madu dan Ekowisata Terintegrasi Berbasis Masyarakat)**
	Kokolomboi Lestari yang telah berjalan sebelumnya. Program Kokolomboi Lestari merupakan program pemberdayaan masyarakat adat Togong-Tanga melalui pengembangan desa konservasi berbasis apikultur. Program ini turut melibatkan masyarakat di Dusun Kokolomboi Desa Leme-Leme Darat, Kecamatan Buko, Kabupaten Banggai Kepulauan. Sebelumnya, program ini dikembangkan dalam rangka upaya rehabilitasi hutan berbasis apikultur, yaitu pemanfaatan Gambar 23. Alih Fungsi Lahan Hutan hutan secara berkelanjutan melalui budidaya madu.	

Gambar 23. Alih Fungsi Lahan Hutan

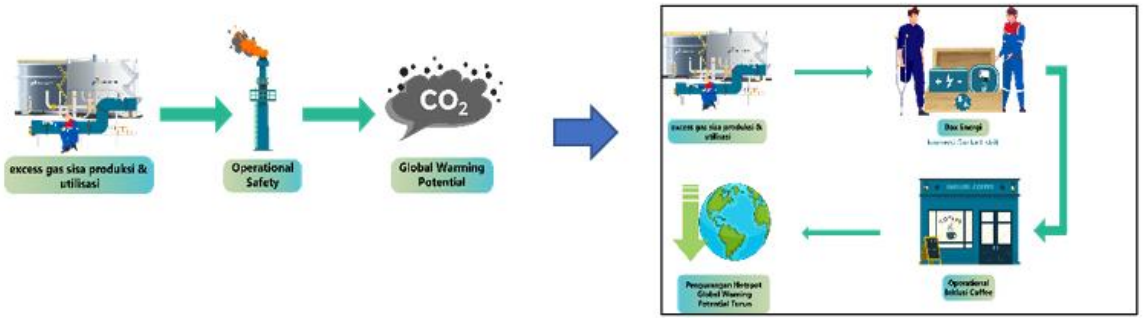
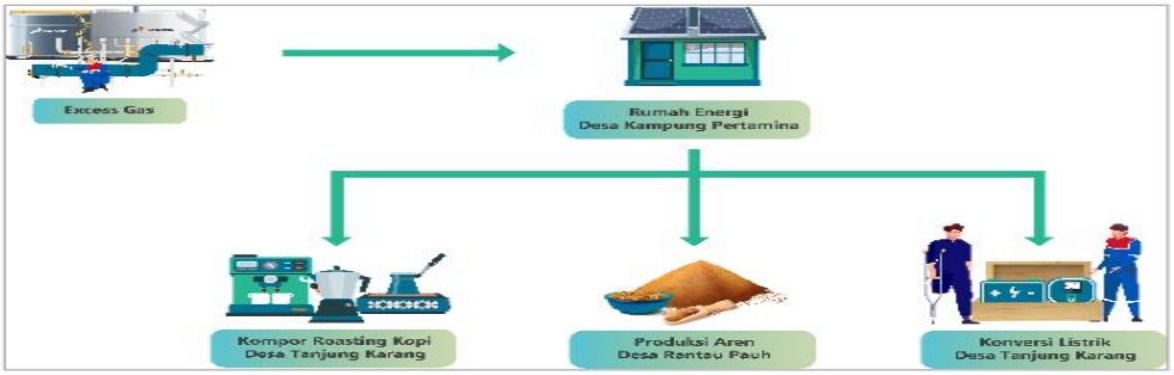
Gambar 24. Pengelolaan Madu Secara Konvensional

Gambar 25. Instalasi Mesin Pasteurisasi & Vacuum Cooling Madu

Gambar 28. Bagan Perubahan Rantai Nilai

Namun demikian, persoalan pengelolaan budidaya madu secara konvensional dan belum dihilirisasi menjadi permasalahan baru yang muncul di masyarakat. Karena proses pasca panen yang belum diatur dengan baik, kualitas madu yang dihasilkan sangat bervariasi. Masalah seperti kontaminasi dengan material asing seperti serbuk sari, getah, atau kotoran lebah sering muncul. Ketidakseragaman kualitas ini membuat madu hutan kurang kompetitif di pasar yang menuntut standar kualitas tinggi. Belum adanya hilirisasi madu hutan menyebabkan madu hutan sering dijual dalam bentuk mentah yang memiliki nilai jual lebih rendah. Ketiadaan industri pengolahan yang memadai membuat para pengelola madu hutan tidak mendapatkan nilai tambah yang signifikan dari produk mereka. Pengambilan madu secara konvensional terkadang tidak memperhatikan keberlanjutan ekosistem hutan. Jika tidak ada pengelolaan yang tepat, bisa mengakibatkan deforestasi atau penurunan populasi lebah liar.

Program pemberdayaan masyarakat adat ini merupakan HAL BARU dan SATU-SATUNYA di Provinsi Sulawesi Tengah dibuktikan dengan surat dari Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sulawesi Tengah. Inovasi ini turut menjawab permasalahan sosial kemiskinan dan keterbatasan akses ekonomi masyarakat melalui tambahan pendapatan sebesar Rp8.547.534/bulan. Kegiatan budidaya lebah hutan dan ekowisata

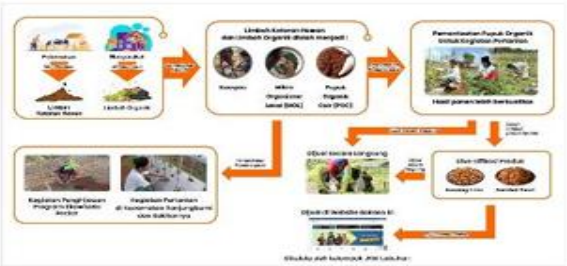
	memberikan peluang ekonomi yang signifikan bagi masyarakat yang tinggal di sekitar hutan dan memiliki akses terbatas ke pekerjaan formal. Inovasi ini memberikan Gambar 25. Instalasi Mesin Pasteurisasi & Vacuum Cooling Madu Gambar 26. Alur Inovasi SIMPUL EMAS masyarakat pilihan alternatif penghasilan yang sering kali tidak stabil. Dengan ini masyarakat tidak bergantung pada satu jenis mata pencaharian, sehingga risiko ekonomi dapat diminimalisir. Inovasi yang mengajarkan pengelolaan madu pasca panen sehingga menjadi produk bernilai tinggi, menjadi pengetahuan baru dan keterampilan yang dapat masyarakat manfaatkan untuk mengingkatkan taraf hidup.	
7	**PT Pertamina EP Asset 1 - Field Rantau**	**Program Rumah Kreatif Tamiang**
	Salah satu inovasi yang dilakukan yaitu Rumah Energi yang berada di Desa Kampung Pertamina Kecamatan Rantau Kabupaten Aceh Tamiang. Rumah Energi merupakan bentuk keterlibatan kelompok difabel dalam mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan dari proses operasional perusahaan. Berdasarkan hasil Kajian Life Cycle Assesment (LCA), salah satu sisa produksi yang dihasilkan dalam proses produksi adalah gas berlebih (excess gas) pada fasilitas produksi HPCS khususnya pada unit compressor (Lampiran 5. Kajian LCA Pertamina EP Rantau Field Tahun 2024). Normalnya gas yang diproduksi Rantau Field digunakan sebagai fuel gas own use untuk memenuhi kebutuhan utilitas operasional perusahaan dan tidak diperjualbelikan. Apabila operational fuel gas sudah terpenuhi, maka akan timbul excess gas yang kemudian dialirkan menuju gas flaring sebagai pengendalian aspek operational safety. Rumah Energi mampu mengoptimalkan excess gas perusahaan yang kemudian digunakan untuk roasting kopi, proses produksi Gula Aren, serta mengkonversi excess gas menjadi listrik yang digunakan untuk operasional Rumah Kreatif Tamiang.   	

Pertamina EP Rantau Field bersama kelompok Difabel Berdaya menerapkan level sistem yang mampu mengubah perilaku kurang peduli masyarakat difabel dan kelompok petani aren terhadap lingkungan. Inovasi ini mampu meningkatkan keterlibatan masyarakat dalam upaya mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh proses operasional perusahaan. Inovasi ini telah dimanfaatkan oleh 2 kelompok yang ada di Aceh Tamiang yaitu Kelompok Difabel Berdaya dan Kelompok Petani Aren Meghek Betuah. Inovasi ini memunculkan kegiatan baru (unsur kebaruan) dilingkungan masyarakat dalam mengoptimalkan pemanfaatan excess gas perusahaan. Inovasi ini juga merupakan pioneer di sektor Hulu Migas berdasarkan Buku Best Practice Inovasi KLHK Tahun 2022. Kelompok Petani Aren yang sebelumnya memproduksi gula aren secara konvensional menggunakan kayu bakar, kemudian sekarang beralih menggunakan gas yang berasal dari excess gas perusahaan.

Excess gas yang tidak terpakai pada proses produksi perusahaan selama ini dikeluarkan melalui flaring sebagai pengendalian aspek operational safety yang memberikan dampak pada kategori Global Warming Potencial, kini memiliki keunggulan kompetitif untuk dimanfaatkan menjadi sumber energi dalam operasional program Rumah Kreatif Tamiang. Selain itu, inovasi ini juga mendukung penerapan energi bersih oleh masyarakat serta mampu menghemat biaya produksi rata-rata Rp. 1.500.000/bulan atau setara dengan Rp18.000.000/tahun sehingga secara tidak langsung meningkatkan pendapatan kelompok difabel maupun kelompok petani aren.

8	**PT Pertamina Hulu Energi - West Madura Offshore (PHE WMO)**	**Program Eco Edufarming**

program pemberdayaan masyarakat dengan mengoptimalkan potensi Desa Bandangdaja yang memiliki lahan kering dan tidak termanfaatkan untuk pengembangan pertanian organik dan hemat air. Pertanian penting dan dibutuhkan karena pasokan sayur dan buah di Desa Bandangdaja maupun Kecamatan Tanjungbumi sebagian besar dipasok dari Jawa. Ketahanan pangan di Desa butuh perbaikan. Pertanian sebelumnya tidak dikembangkan karena lahan yang luas di wilayah Bandangdaja memiliki kondisi kering dan masyarakat Desa Bandangdaja tidak memiliki keterampilan dalam pertanian.



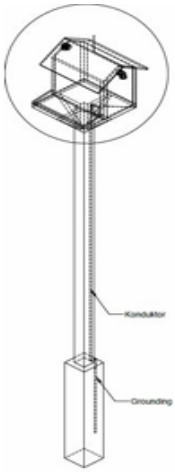
Gambar 25 Inovasi Program Eco Edufarming

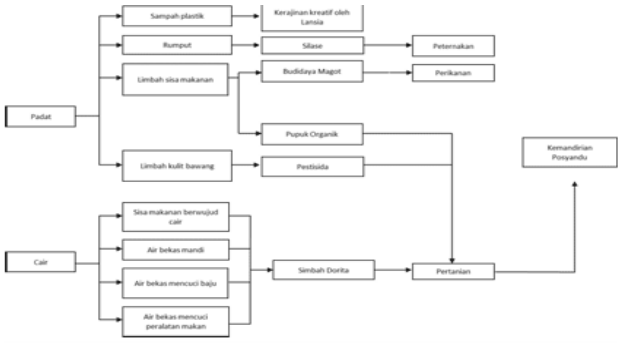
Program Eco Edufarming telah menciptakan rantai nilai program dengan adanya kerjasama yang dikembangkan, yaitu kerjasama kelompok petani dan peternak, serta kerjasama pemanfaatan pupuk kompos untuk kegiatan penghijauan di lokasi program pengembangan ekowisata pesisir. Program ini juga memberikan perubahan perilaku di masyarakat, dari sebelumnya masyarakat membuang limbah yang tidak dikelola, kini masyarakat mampu mengolah limbah untuk dimanfaatkan. Tidak hanya itu, masyarakat saat ini juga mengalami perubahan paradigma bahwa ternyata pertanian bisa dikembangkan dengan baik di lahan Desa Bandangdaja yang dikenal kering.

9	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Sangasanga**	**Penggunaan instalasi penggunaan air limbah (IPAL) terapung**

Program Ekoriparian Sungai Hitam Lestari terdiri dari 4 pembagian zona. Adapun masing-masing zona memiliki peran spesifik yang saling melengkapi dan mendukung keberlanjutan ekosistem. Zona tersebut terdiri dari zona inti, zona penyangga, zona pengembangan serta zona pengolahan air limbah. Zona inti merupakan hutan mangrove kawasan Sungai Hitam yang dioptimalisasikan sebagai habitat alami bekantan. Pada zona inti, hutan mangrove.

Adapun pemanfaatan sampah organik tersebut mampu mengurangi emisi GRK (CH4) sebanyak 0,323 ton CO2, sementara pengaplikasian ecoenzym ke dalam IPAL terapung telah memulihkan air dari kekeruhan sebesar 480 m3 (Lampiran Kajian Pihak Ketiga). Pemanfaatan EBT melalui panel surya juga dilakukan sebagai penerangan di area parkir ekowisata. Adanya pemanfaatan panel surya ini juga telah berkontribusi terhadap penyerapan emisi GRK mencapai 51,04 ton CO2eq/tahun (Lampiran Kajian Pihak Ketiga). Berkaitan dengan pengembangan area parkir ekowisata telah terbentuk rantai nilai pada level antar program pemberdayaan, yakni dengan Kelompok Karya Teratai pada program Prakarsa. Kelompok Karya Teratai sebagai penyuplai paving block dalam meningkatkan kualitas area parkir ekowisata. Sebelumnya, kondisi area parkir ekowisata berupa tanah sehingga sering kali menjadi kendala terutama saat musim penghujan. Melalui interkoneksi ini, dengan penggunaan paving block pada area parkir ekowisata membuat area parkir ekowisata menjadi lebih nyaman dan bersih.

10	**JOB Pertamina - Medco E&P Tomori Sulawesi**	**Program Sersan Cemani**
	merupakan sebuah inisiasi dalam system/metode penanganan hama tikus yang ramah lingkungan, efektif dan e sien melalui potensi keanekaragaman hayati endemik wilayah Sulawesi yaitu Serak Sulawesi. JOB Tomori bersama Masyarakat mengembangkan inovasi rubuha permanen dari bahan beton yang lebih tahan lama. Desain khusus Rumah Silaban J2 ini menggu nakan pondasi cakar ayam sedalam 1,5 M untuk mencegah bangunan rubuh, Penggunaan beton standard mutu K-200, pemanfaatan bahan campuran limbah non B3 Sulfatreat, pipa ventilasi anti blackout, serta pemasangan grounding & lightning protection.  Gambar 22. Desain Rumah Silaban J2 Konteks kebaruan Program Sersan Cemani terletak pada konstruksi rumah burung hantu dari beton permanen ramah lingkungan yang disebut juga dengan Rumah Siaga Lawan Bencana dan Ancaman J2 (Rumah SILABAN J2) yang merupakan desain rubuha beton pertama yang ada di Indonesia dimana desain ini sudah mendapatkan hak paten dengan nomor IDS000006079 pada Tahun 2023 dari Direktorat Jenderal Hak Kekayaan Intelektual, Kementerian Hukum dan HAM RI. Selain itu, Rumah Silaban J2 memiliki tur tambahan Early Warning System untuk mengetahui level ketinggian air ketika terjadi bencana banjir, sehingga dapat meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat.	
11	**PT Pertamina Hulu Energi - Jambi Merang**	**Program Merajut Limbah Mendis Sehat Mandiri "MELI MENTARI"**
	Unsur kebaruan dalam program MELI MENTARI terletak pada pemanfaatan limbah domestik rumah tangga secara terintegrasi dalam kegiatan pertanian, yang belum pernah diterapkan di Desa Mendis sebelumnya. Program ini juga diakui sebagai inovasi pertama di Kabupaten Musi Banyuasin, dengan dukungan dari Dinas Pertanian, dan telah terbukti berhasil mengatasi kekurangan air selama musim kemarau. Keunikan dalam program ini adalah pengenalan Simbah Dorita, sebuah sistem pengolahan limbah yang memanfaatkan media Pall Ring (waste perusahaan) dan Tankos (tandan kosong sawit) yang merupakan potensi lokal di Desa Mendis. Implementasi program tersebut memungkinkan pengolahan limbah cair rumah tangga menjadi air yang dapat digunakan untuk irigasi pertanian.	



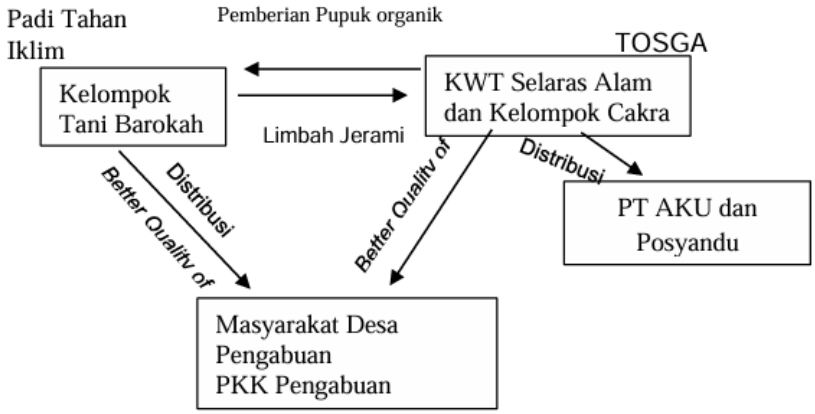
Gambar 26. Skema Perubahan Program MELI MENTARI

Inovasi ini tidak hanya memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan, tetapi juga memperluas cakupan dampak positif program ke berbagai kelompok masyarakat. Awalnya, kelompok KWT Mendis Lestari, KWT Melati, KWT Mawar, Ketan Adem, Arto Makmur, dan Posyandu Desa Mendis bekerja sama dalam memanfaatkan limbah untuk berbagai kebutuhan produksi, menjadikan kegiatan ini terintegrasi lintas sektor di satu desa. Seiring berjalannya waktu, program ini berekspansi dengan melibatkan kelompok masyarakat/wilayah lain, seperti Paguyuban Hijau Lestari pada Program KELAS BERBAGI (Sekolah Lestari Berbasis Teknologi) yang terdiri dari orang tua siswa SDN 02 Sukajaya. Mereka memanfaatkan distribusi sampah dari Desa Mendis dan menyebarluaskan pengetahuan/keterampilan terkait pengolahan sampah anorganik kepada lansia di desa tersebut. Pupuk organik yang dihasilkan dari kegiatan peternakan oleh Ketan Adem juga didistribusikan dan dimanfaatkan oleh KWT Desa Mendis Jaya, yang memiliki program pertanian hortikultura dan tanaman obat keluarga (TOGA).

12	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Adera**	**Corporate Social Responsibility (CSR) PERMATA (Pertanian Mandiri untuk Desa Tangguh)**

Bekerja sama dengan Politeknik Negeri Sriwijaya dihasilkan kebaruan berupa inovasi pengembangan varietas padi tahan iklim, yaitu Mentik Susu dan Ngaos, yang dirancang khusus untuk beradaptasi dengan perubahan kondisi cuaca di Desa Pengabuan. Proses pengembangan melibatkan penyilangan varietas unggul padi lokal dengan varietas yang memiliki gen tahan terhadap perubahan cuaca ekstrem. Varietas ini juga memiliki potensi hasil yang lebih tinggi dibandingkan padi konvensional, sehingga dapat meningkatkan produktivitas petani. Selain itu, untuk pengairan tanaman, PT Pertamina EP Adera Field juga mengimplementasikan Automatic Drip Irrigation System for Resilient Agriculture berbasis android. Secara teknis, sistem irigasi tetes otomatis ini dipasang di antara tanaman padi dan TOGA yang dalam pengoperasiannya dikontrol oleh perintah suara.

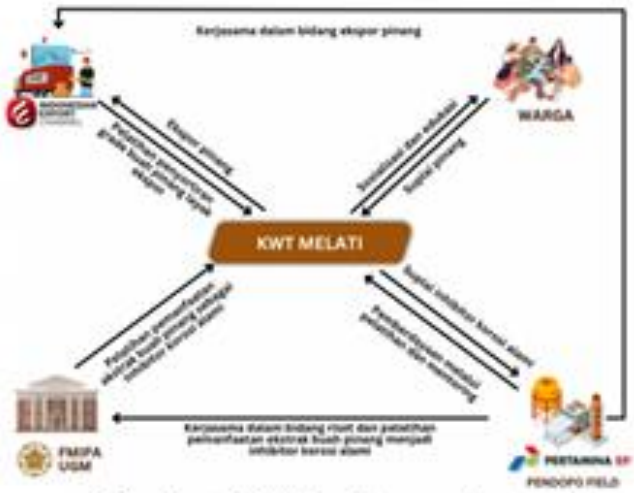
Hasilnya, secara lingkungan sumber energi alternatif dari limbah jerami tersebut mampu mereduksi Gas Rumah Kaca sebesar 1.187 KgCO2eq/tahun. Sumber energi alternatif tersebut juga mampu menghasilkan energi sebesar 2.826 KwH/tahun yang jika dikonversi dalam biaya Listrik mampu menghemat beban operasional sebesar Rp4.239.300/tahun. Tidak hanya itu, inovasi ini juga mampu meningkatkan akses masyarakat untuk memperoleh hidup sehat, sebab untuk menempuh layanan kesehatan, masyarakat Pengabuan memerlukan jarak yang terbilang jauh, yakni berjarak 40 km ke rumah sakit terdekat. Efektifitas lain dalam waste valorization system ini adalah mampu mencapai kadar air 10 11% (kadar ideal pengeringan) sehingga mampu mempersingkat waktu produksi dan menjaga kualitas produk (Kajian Politeknik Sriwijaya, 2024).



Gambar 21. Perubahan Rantai Nilai

13	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Limau**	**Agribisnis Penggerak (Kembali) Desa Wisata Air Talas (Anggrek Dewata)**
	Program ANGGREK DEWATA (Agribisnis Penggerak (Kembali) Desa Wisata Air Talas) merupakan program yang dilakukan oleh PT Pertamina EP Limau Field di Desa Air Talas guna mengembalikan entitas Sentra Jeruk di Desa Air Talas. Pada tahun 2024, program Anggrek Dewata mengusung inovasi dengan unsur kebaruan pada pengolahan kulit jeruk yang memiliki komponen limonene sehingga dapat mempercepat proses penguraian bioplastik yang diberi nama OraPlast. Inovasi ini merupakan hal baru di sektor Migas EP dan wilayah Sumatera Selatan.	

	Penambahan layanan kualitas produk/jasa pada inovasi ini memberikan produk yang lebih mudah terurai (3 – 6 bulan) di tanah dibandingkan dengan produk plastik non-degradable. OraPlast dapat terurai di tanah tanpa menghasilkan microplastik yang berbahaya bagi Kesehatan bahkan dimanfaatkan sebagai kompos bagi kegiatan pertanian. Kelompok Amerta mampu meningkatkan pendapatan senilai Rp 4.200.000 melalui penjualan OraPlast ke Rumah Sakit di Kota Prabumulih. Adapun perubahan perilaku yang terjadi dengan menggunakan bioplastik dari kulit jeruk adalah mengurangi penggunaan plastik tidak ramah lingkungan yang menyebabkan adanya pencemaran lingkungan. Sebelum adanya OraPlast, Rumah sakit menghasilkan sampah plastik sebanyak 146 ton/tahun. Setelah adanya OraPlast, terjadi subtitusi dari plastik obat non degradable dengan OraPlast sehingga mampu mereduksi hingga 25% sampah plastik rumah sakit yang beredar per tahun. Sehingga menjadikan masyarakat memiliki kepedulian kepada lingkungan untuk melakukan pengolahan sampah limbah kulit jeruk dan mereduksi penggunaan plastik non-degradable. **Gambar 21. Rantai Nilai Program ANGGREK DEWATA**
14	**PT. Pertamina EP Asset 2 - Field Pendopo**	**Ekspor Pinang dan Pemanfaatan Pinang sebagai Korosi Inhibitor Alami**
	Program GEMILANG PLUS menghadirkan kebaruan melalui ekspor pinang dan pemanfaatan pinang sebagai inhibitor ramah lingkungan (green inhibitor liquid). KWT Melati mengumpulkan pinang dari petani di Musi Rawas, memilahnya sesuai grade ekspor, dan memasok ke Indonesian Export Channel. Buah pinang yang tidak layak ekspor diolah menjadi green inhibitor liquid. Data hingga September 2024, inovasi ini telah mengubah perilaku 5.700 orang di Kabupaten Musi Rawas, dengan rata-rata ekspor pinang mencapai 15 ton setiap tiga bulan (Lampiran 4, hal. 24 dan hal. 55). Pendapatan petani meningkat dari Rp 200.000 menjadi Rp 300.000 per bulan (Lampiran 4, hal. 26). Penggunaan green inhibitor liquid juga mengurangi penggunaan cairan berbasis logam, dari 2.800 liter (14 drum) per bulan menjadi 1.400 liter (7 drum) per bulan, dan menekan risiko kesehatan pekerja, sekaligus meminimalkan pencemaran lingkungan.	

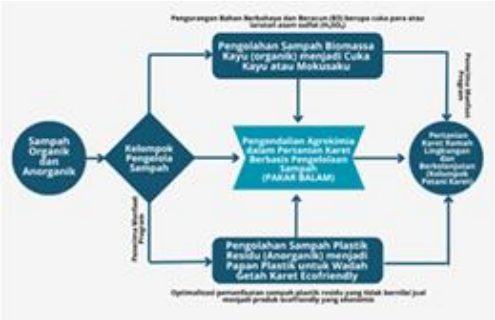


Gambar 20. Alur ekspor pinang

Penggunaan green inhibitor liquid menurunkan penggunaan cairan berbasis logam dari 2.800 liter menjadi 1.400 liter per bulan, serta mengurangi risiko paparan pekerja terhadap zat berbahaya (Lampiran 4, hal. 25). Limbah pipa besi yang terkorosi berkurang dari 130 kg menjadi 60 kg per bulan, dan emisi karbon menurun dari 2,3905 Ton CO2eq menjadi 0,9053 Ton CO2eq per bulan. Di samping itu, ekspor pinang mendorong peremajaan pohon pinang sebanyak 16.500 bibit, dan akhirnya mampu menekan emisi karbon hingga 56,371 Ton CO2eq per tahun.

15	**PT Pertamina EP Asset 2 - Field Prabumulih**	**Pengendalian Agrokimia dalam Pertanian Karet Berbasis Pengelolaan Sampah (PAKAR BALAM)**

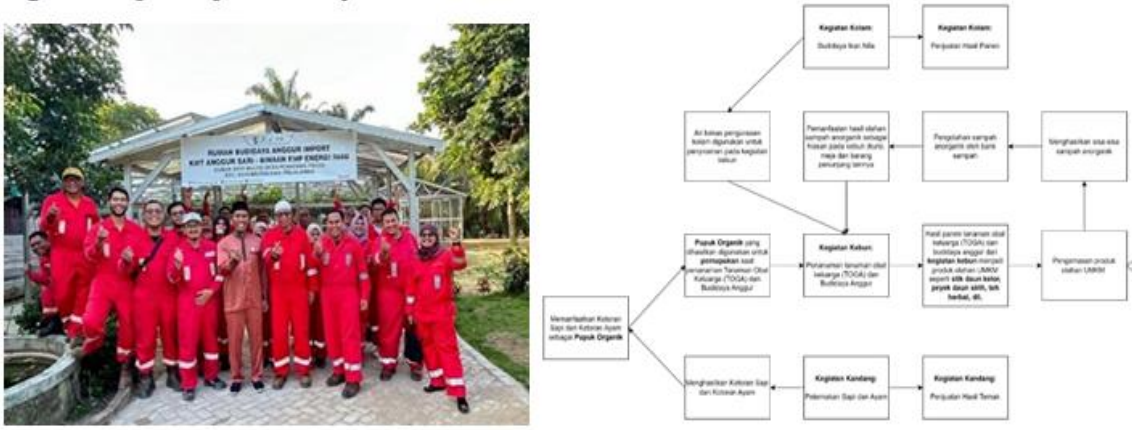
Dalam menjalankan program inovasi sosial ini, unsur kebaruan yang diterapkan adalah metode pemanfaatan sampah biomassa kayu menjadi cuka kayu (mokusaku) sebagai penggumpal lateks atau koagulan getah karet dan metode pemanfaatan papan plastik residu sebagai wadah getah karet ecofriendly. Kedua metode tersebut juga baru pertama kali diterapkan dalam lingkup pertanian karet di Kota Prabumulih. Kebaruan pertama, metode pemanfaatan sampah biomassa kayu menjadi cuka kayu atau mokusaku dilakukan untuk mengurangi penggunaan B3 berupa cuka para (asam format) dalam proses penggumpalan lateks cair menjadi karet padat. Secara teknis, pembuatan cuka kayu (mokusaku) dilakukan dengan proses pembakaran atau pemanasan biomassa kayu di mana terdapat proses kondensasi asap pembakaran biomassa kayu yang menghasilkan asap cair atau disebut cuka kayu (mokusaku) (POLSRI, 2024:8-9). Kebaruan kedua, metode pemanfaatan papan plastik residu sebagai wadah getah karet ramah lingkungan (ecofriendly). Secara teknis, metode pembuatan papan plastik residu dilakukan dengan meleburkan seluruh jenis sampah plastik residu ke dalam mesin pemanas (heater) dengan suhu 360 derajat celcius yang mampu mencetak papan plastik dan diubah menjadi bentuk wadah getah karet ecofriendly.



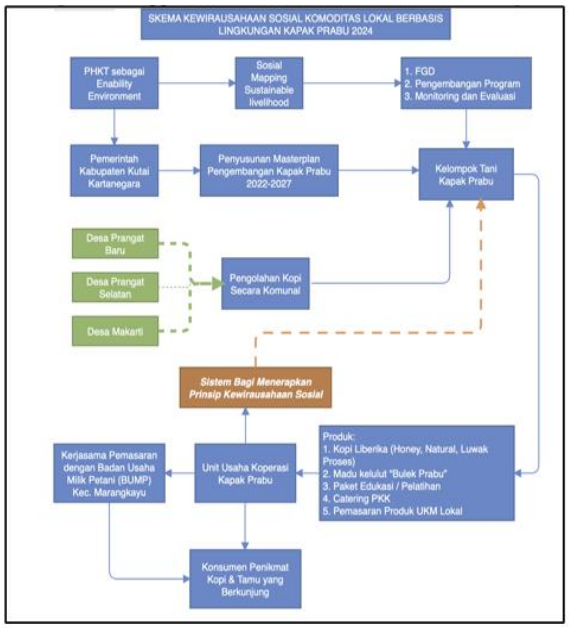
Program Pakar Balam memberikan dampak terhadap perubahan rantai nilai (value chain) dalam kegiatan usaha pertanian karet maupun usaha kelompok pengelola sampah organik maupun anorganik. Skema rantai nilai (value chain) yang dihasilkan memiliki konsep empowering problem to solve the problem di mana permasalahan lingkungan dalam pertanian karet mampu diselesaikan melalui pengelolaan sampah, yang juga menjadi masalah. Perubahan rantai nilai dari hasil intervensi perusahaan juga mendorong terciptanya sistem pertanian karet yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Siklus tersebut dimulai dari sampah organik (biomassa kayu) dan sampah anorganik (plastik residu) di TPA Induk Kota Prabumulih yang diolah oleh kelompok pengelola sampah menjadi produk-produk ramah lingkungan. Produk pertama berupa cuka kayu (mokusaku) yang digunakan sebagai penggumpal lateks alami. Produk kedua berupa wadah getah karet ecofriendly yang memiliki durabilitas lebih baik ketimbang wadah getah plastik.

16	**PT EMP Energi Riau**	**Program Lestari Eco-Village**

Unsur kebaruan inovasi sosial dalam Program Lestari Eco-Village di Desa Pematang Tinggi adalah perubahan pada level sistem dimana sebelumnya masyarakat belum memiliki kesadaran untuk memanfaatkan sumber daya alam maupun sumber daya manusia yang ada di Desa Pematang Tinggi. Seperti halnya belum melakukan aktivitas penanaman tanaman yang bermanfaat, aktivitas budidaya perikanan, Penghargaan CSR aktivitas peternakan, pemilahan sampah anorganik, pembuatan pupuk organik dan pembuatan produk UMKM.



Gambar 17 Budidaya Anggur dan Skema Program Inovasi

	sesudah adanya Program Lestari Eco-Village, masyarakat Desa Pematang Tinggi melalui Kelompok Kampung Iklim Asri, Kelompok Kampung Iklim Lestari, Kelompok Wanita Tani Pematang Indah dan Kelompok Wanita Tani Anggur Sari mampu menerapkan kegiatan-kegiatan dengan konsep Pertumbuhan Hijau atau Green Growth dimana terjadinya pertumbuhan ekonomi, ramah lingkungan serta inklusif secara sosial. Konsep Pertumbuhan Hijau (Green Growth) pada Program Lestari Eco-Village menjawab masalah sosial dan kebutuhan sosial karena merupakan pertumbuhan ekonomi yang berkontribusi terhadap penggunaan modal alam secara bertanggung jawab, mencegah polusi dan menciptakan peluang untuk meningkatkan kesejahteraan sosial secara keseluruhan dengan membangun ekonomi hijau (green economy) dan akhirnya memungkinkan pencapaian dalam Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). Program Lestari Eco-Village mampu mengurangi jumlah pengangguran mencapai 101 orang pada hingga tahun 2024.	
17	**PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur**	**Penguatan Ekologi Kampung Kopi Luwak Desa Prangat Baru**
	mengembangkan sistem bisnis kewirausahaan sosial yang diterapkan ke Kelompok Tani Kampung Kopi Luwak melalui pengolahan biji kopi liberika secara komunal mampu menjaga kualitas mutu dan cita rasa kopi, serta menjadi pondasi dasar dalam pemerataan pendapatan kelompok tani. Sebelumnya, kami telah melakukan fabrikasi mesin roasting hemat energi bertenaga EBT (Energi Baru Terbarukan) panel surya, instalasi PLTS mampu menghemat pengeluaran listrik sebesar Rp. 751.680,00 (Bulan Januari s.d September 2024). Nilai tambah terletak pada implementasi panel PLC (Programmable Logic Controller), penghemat bahan bakar gas dan mencegah kegosongan biji kopi, karena suhu tabung mesin dijaga secara konsisten 165OC. Program ini mampu memperbaiki kondisi lingkungan, melalui: pengurangan penebangan pohon, pelepasliaran luwak, penanaman vegetasi pendukung habitat luwak dan budidaya lebah kelulut yang membantu penyerbukan dan meningkatkan produktivitas tanaman kopi.  Gambar 26. Rantai Nilai Program Penerapan sistem kewirausahaan sosial pada pengelolaan kopi liberika secara komunal, merupakan hasil pemikiran dari para anggota kelompok yang menyadari perlunya usaha untuk menjaga kualitas mutu dan cita rasa biji kopi. Sistem ini merupakan bentuk aksi nyata perubahan yang dilakukan oleh kelompok dalam merespon feedback masukan dari Balai POM Samarinda untuk melakukan pengolahan kopi liberika dalam satu pintu. Secara pararel Dinas Perkebunan, pada tahun 2023 lalu juga telah melakukan upaya inisiasi untuk membentuk Badan Usaha Milik Petani (BUMP), dengan salah satu anggota kelompok tani kampung kopi luwak, yaitu Pak Jarum Mulyanto, sebagai ketua BUMP. Penunjukan ini dimaksudkan oleh Dinas Perkebunan supaya kelompok tani kampung kopi luwak, yang menjadi peloper budidaya kopi	

	liberika, dapat berperan aktif sebagai unit yang mampu membeli biji kopi liberika dari hasil kebun para petani kopi di Kecamatan Marangkayu. Cita-cita bersama untuk mewujudkan Kampung Kopi Luwak Desa Prangat Baru sebagai center of learning dalam kegiatan budidaya kopi liberika, membutuhkan fondasi dasar pengolahan kopi liberika secara komunal, yang mana dapat mendorong keaktifan kelompok dan anggota masyarakat, dalam bergotong-royong memajukan produk kopi liberika sebagai salah satu produk unggulan Provinsi Kalimantan Timur.	
18	**PT Pertamina Hulu Rokan - Bekasap Rokan**	**Pemberdayaan Ekonomi Pemuda dan Perempuan-KUB Rumah Jahit Lestari**
	PT Pertamina Hulu Rokan WK Rokan – Wilayah Bekasap Rokan telah menginisiasi Inovasi Zero Waste (ZW) pada produksi konveksi Rumah Jahit Lestari yang memproduksi berbagai pakaian jadi dan safety equipment pada Program Pemberdayaan Ekonomi Pemuda dan Perempuan Kelompok Usaha Bersama (KUB) Rumah Jahit Lestari (RJL). Berlokasi di Kelurahan Pematang Pudu, Kecamatan Mandau, Kabupaten Bengkalis, inovasi zero waste pada konveksi KUB RJL merupakan suatu hal yang baru di Kabupaten Bengkalis.	

Rentang Waktu	Jenis Sampah	Jumlah Sampah (kg)
2022	Limbah Kain	600
2023	Limbah Kain	600
Januari – Juni 2024	Limbah Kain	300
Total		**1.500**

Sumber : PPLH IPB, 2024

Perhitungan Potensi Emisi CH_4 untuk timbulan kain/ tekstil RJL selama 1 tahun	Perhitungan Potensi Emisi CH_4 untuk timbulan kain/ tekstil RJL selama 3 tahun
W : 600 kg/ tahun DOC : 0,05 DOCf : 0,3 MCF: 0,5 maka hasil perhitungan DDOCm adalah 4,5 kg/ tahun **Sehingga: Lo = 3 kg/tahun/ CH_4** **Konversi ke CO_2 eq = 102 kg/ tahun/ eq CO_2= 0,000102 Gg CO_2 eq/tahun**	W : 1.500 kg/ tahun DOC : 0,05 DOCf : 0,3 MCF : 0,5 maka hasil perhitungan DDOCm adalah 11,25 kg/ tahun **Sehingga: Lo = 7,5 kg/tahun/ CH_4** **Konversi ke CO_2 eq = 255 kg/ tahun/ eq CO_2= 0,000255 Gg CO_2 eq/tahun**

Sumber : PPLH IPB, 2024

Berdasarkan Kajian Inovasi Zero Waste pada Konveksi Rumah Jahit Lestari oleh Pusat Penelitian Lingkungan Hidup IPB University, setiap bulannya, RJL memproduksi pakaian 700- 1000 pcs pakaian dengan sisa produksi dari setiap 200 pcs pakaian adalah 10 kg kain perca. Dengan demikian dalam 1 bulan RJL mampu menghasilkan limbah sebanyak 50 kg/bulan kain perca, sementara jika dihitung dalam 1 tahun RJL menghasilkan limbah produksi sebanyak 600. Inovasi ini telah diterapkan di RJL selama kurang lebih 3 tahun sehingga dari awal penerapan inovasi ZW hingga Juni 2024, limbah yang dihasilkan RJL sebesar 1.500 kg/ 3 tahun, dan sampah tersebut jika tidak diolah atau dibakar akan menjadi beban lingkungan yang menimbulkan emisi CH4.

19	**PT Pertamina Hulu Rokan - Duri Steam Flood**	**Pupuk Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) pada Bank Sampah Sakai Indah Bomban Petani**

Pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan inovasi produk baru yang diterapkan oleh satu-satunya bank sampah di Kabupaten Bengkalis. Hingga saat ini belum ada Bank Sampah di Kabupaten Bengkalis yang melakukan pengolahan limbah TKKS menjadi pupuk. Pemanfaatan TKKS selama ini masih lebih banyak dilakukan oleh pabrik PKS maupun perusahaan perkebunan sawit. Pengolahan/pemanfaatan TKKS oleh PKS masih sangat terbatas. Sebagian besar pabrik kelapa sawit (PKS) di Indonesia masih membakar TKKS dalam incinerator. Pemanfaatan limbah TKKS menjadi pupuk telah memberikan kontribusi dalam pengurangan limbah industri dan pengolahannya menjadi produk yang bernilai ekonomi. Proses pembuatan pupuk TKKS dilakukan melalui proses pengomposan tandan kosong kelapa sawit yang telah dicacah kemudian dicampur dengan sejumlah bahan seperti sisa abu janjang kelapa sawit, kotoran ternak ayam/kambing, bioaktivator seperti EM4 dan lainnya.

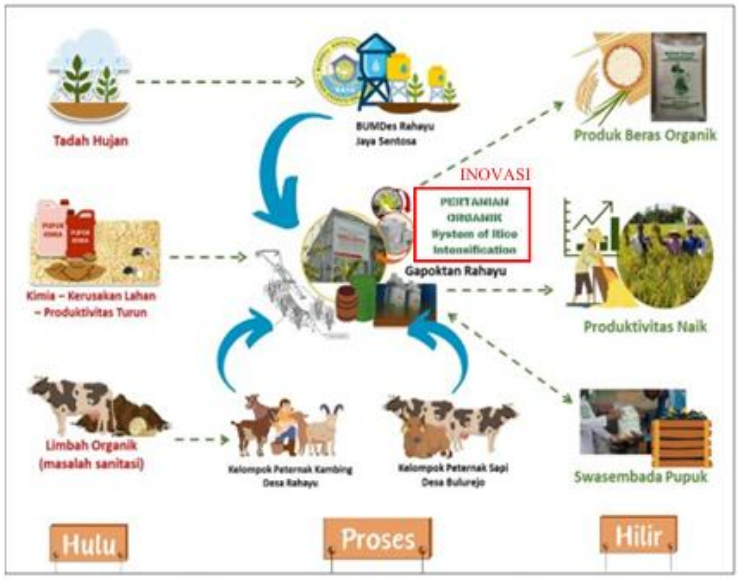
Kontribusi Terhadap Perbaikan Lingkungan Pengelolaan limbah TKKS oleh bank sampah merupakan wujud aksi nyata dalam pengurangan limbah, dalam 1 ton kelapa sawit akan dapat menciptakan limbah dengan bentuk tandan kosong kelapa sawit sejumlah 23% ataupun 230 kg. Saat ini terdapat 15 pabrik kelapa sawit di Kabupaten Bengkalis dengan total kapasitas produksi 720 ton/jam. Sehingga potensi limbah biomassa TKKS kurang lebih 165,6 ton/jam. Apabila diasumsikan operasi pabrik kelapa sawit 500 jam per-bulan (20 jam per hari selama 25 hari perbulan) maka potensi limbah biomassa TKKS di Kabupaten Bengkalis dapat mencapai 993.600 ton/tahun.

Gambar 18. Skema Inovasi Pupuk Limbah TKKS oleh BS SIBP

20	**PT Pertamina EP Asset 4 Sukowati Field**	**Perubahan sistem pengairan sawah dari tadah hujan menjadi sistem irigasi dan Transformasi sistem pertanian konvensional menjadi pertanian organik metode System of Rice Intensification (SRI)**

Pada tahap proses terjadi perubahan proses pengadaan bahan pertanian melalui pengelolaan rumah kompos dengan pola transaksi berbasis natura yang mewujudkan petani swasembada pupuk. Selain itu terdapat perubahan proses pada metode tanam padi sesuai metode SRI yang juga dikombinasikan dengan perubahan sistem penyiangan padi yang kini jauh lebih efektif dengan memanfaatkan alat penyiang khusus untuk lahan organik SRI yang diberi nama Cakra Baskara. INOVASI, Pada tahapan hilir dihasilkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani, swasembada pupuk, dan kenaikan hasil produksi pertanian yang signifikan hingga dua kali lipat mencapai 9 Ton/Ha/musim tanam secara kuantitas serta produk beras yang lebih sehat secara kualitas..

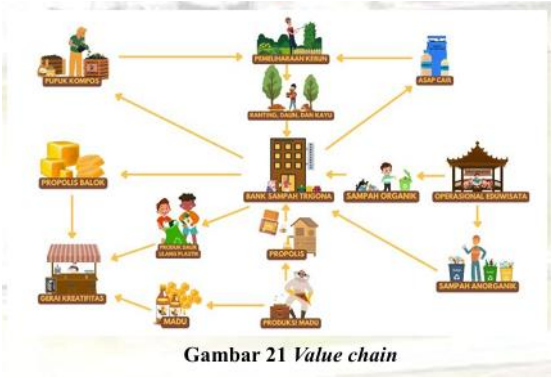
Inovasi program Prabu Kresna mengubah rantai nilai dalam sistem pertanian dimana sebelumnya belum ada jejaring aktif antar Gapoktan Rahayu dalam proses pertanian, kini terjadi kolaborasi mutualisme antar kelompok lintas wilayah. BUMDes Rahayu Jaya Sentosa mendukung kebutuhan akses irigasi para petani dalam Gapoktan Rahayu, menjawab permasalahan kesulitan pemenuhan akses air para petani. Kelompok Mekar Jaya (kelompok peternak kambing Desa Rahayu) dan Kelompok peternak sapi dari Desa Bulurejo menghasilkan limbah kotoran hewan (kohe) yang tadinya menjadi masalah sanitasi, kini limbah kohe tersebut disetorkan pada Gapoktan Rahayu untuk diolah menjadi pupuk kompos melalui pengelolaan rumah kompos berbasis natura dan diterapkan pada pertanian organik SRI. Pertanian organik SRI dengan pengelolaan rumah kompos, kini telah direplikasi di beberapa wilayah lain (Desa Sawahan, Sambiroto, Campurejo, dan Ngampel) yang kemudian Gapoktan tiap-tiap desa tersebut saling berjejaring dalam Forum Komunikasi Petani Organik Antasena. Dengan transformasi sistem pertanian yang diterapkan, terjadi penambahan kualitas layanan produk hasil pertanian dimana sistem rumah kompos menghasilkan produk pupuk kompos yang lebih berkualitas dan ramah lingkungan dibandingkan pupuk kimia di pasaran. Hasil produksi padi juga memiliki mutu yang lebih baik serta kuantitas yang meningkat secara kuantitas dan kualitas. Para petani kini tidak lagi menjual hasil pertanian dalam bentuk gabah dengan harga murah (rata-rata Rp 600 ribu/kwintal), kini petani menjualnya dalam bentuk produk beras organik dengan kemasan khusus ramah lingkungan dengan harga mulai dari Rp 18 ribu/kg.



Gambar 21 Skema Rantai Nilai Perubahan Sistematik Program

21	**PT. Pertamina EP Asset 5 - Field Sangatta**	**Sistem Pengelolaan Sampah Domestik Terpadu Trigona**

Bank Sampah Sederhana Trigona adalah sub-unit usaha Kelompok Trigona Reborn pada Program Pengembangan Tani Hutan Kelulut Sangatta (PROLEKTA) yang berlokasi di Kebun Kelulut Sangatta untuk membantu pengelolaan sampah domestik. Sampah domestik yang dihasilkan dari operasional usaha produksi madu kelulut, eduwisata budidaya lebah kelulut dan cafetaria adalah sampah organik berupa limbah kayu kebun, ranting pohon, daun, sisa makanan, limbah propolis dan sampah anorganik berupa plastik kemasan serta kertas kardus makanan. PT Pertamina EP Asset 5 Sangatta Field bersama Kelompok Trigona Reborn melalui sub-unit Bank Sampah Sederhana Trigona menerapkan Inovasi Sistem Pengelolaan Sampah Domestik Terpadu Trigona dengan mengolah sampah-sampah organik domestik menjadi asap cair, pupuk kompos, propolis balok dan sampah anorganik didaur ulang menjadi pot, sarang lampu dan log daur ulang.



Gambar 21 *Value chain*

Inovasi Sistem Pengelolaan Sampah Domestik Terpadu Trigona mampu mengolah sampah organik sebesar 6 ton/tahun, mendaur ulang sampah anogranik sebesar 0.2 ton/tahun. Sehingga mampu berkontribusi penyelamatan lingkungan dalam penurunan emisi Gas Rumah Kaca sebesar 50.1641 tonCO2 (Lampiran Kajian Dampak Lingkungan). Inovasi Sistem Pengelolaan Sampah Domestik Terpadu Trigona pada Program Pengembangan Tani Hutan Kelulut Sangatta (PROLEKTA) memiliki rantai nilai yang terintegrasi dengan program lainnya.

	Melalui inovasi ini, terjadi perubahan sistem dimana inovasi mampu mewujudkan system swasembada pupuk melalui pengelolaan Rumpos berbasis natura serta mampu mentransformasi sistem pertanian secara menyeluruh (hulu, proses, dan hilir) dari semula konvensional menjadi sistem pertanian berkelanjutan yang lebih efisien, efektif, dan ramah lingkungan. Inovasi Pengelolaan Rumpos mengubah rantai nilai melalui kolaborasi mutualisme antara Kelompok Tani Makmur dan Kelompok Tani Mulyo yang bersinergi dalam Kelompok Antasena. Selain itu juga adanya keterlibatan Kelompok Peternak di Desa Rahayu dan Desa Bulurejo sebagai penyedia bahan baku pembuatan pupuk kompos, serta kolaborasi dengan BUMDes Rahayu Jaya Sentosa sebagai pihak pengelola sistem irigasi pertanian.	
22	**PT Pertamina EP Sangatta Field - Lapangan Semberah**	**Tamu Sarah**
	Program Tamu Sarah mengaplikasikan inovasi yang menghasilkan perubahan sistem dan subsistem. Pada level sistem, unsur kebaruan program ini adalah menerapkan sistem budidaya lebah kelulut ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah sampah sebagai media budidaya lebah kelulut. Sedangkan pada level subsistem atau alat yaitu penggunaan invensi dehumidifier untuk mengurangi kadar air madu. Dampak ekonomi yang dihasilkan program Tamu Sarah adalah penerima manfaat mendapatkan tambahan pendapatan dari hasil panen rata-rata sebesar Rp 2.800.000 setiap bulannya dari hasil penjualan madu. Dampak sosial yang ditimbulkan ialah program berkontribusi pada penurunan kemiskinan di Desa Tanah Datar sebesar 2,40%. Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah termanfaatkannya limbah ban dan plastik sebagai media tanam vegetasi kebunkelulut. Dalam satu tahun sampah yang termanfaatkan mencapai 45 kg, hal ini juga turut mengurangi emisi gas rumah kaca dari pengangkutan sampah sebesar 0,0493 ton CO2 eq /tahun. Selain itu kegiatan penanaman 60 vegetasi jenis pohon hutan untuk makanan lebah madu di sekitar lokasi program mampu me nyerap emisi CO2 sebesar 0,0231 ton CO2 eq /tahun.	