



Kementerian
Lingkungan Hidup/
Badan Pengendalian
Lingkungan Hidup
Republik Indonesia



BEST PRACTICES SEKTOR PERTAMBANGAN

PROPER PERIODE 2023 - 2024



DEPUTI BIDANG
PENGENDALIAN PENCEMARAN
DAN KERUSAKAN LINGKUNGAN
2025

Efisiensi Energi	1
Penurunan Emisi	29
3R Limbah B3	54
3R Limbah Non B3	81
Efisiensi Air dan Penurunan Beban Pencemar Air	104
Keanekaragaman Hayati	133
Pemberdayaan Masyarakat	155

Tim Penyusun :

**Sena Pradipta | Bakti Budhi Rahayu | Rion Evrian
Adiwanosa | Muhamad Haika | Azafian Rafael | Malik Berlianto |
Suwanda | Dwi Nurhidayati | Felix Nandito | Roe Evan Savaraz**



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 Pertambangan 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.



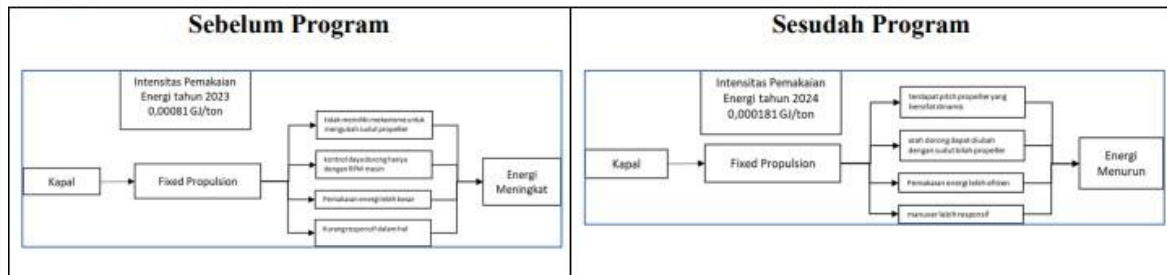
Dr. Rasio Ridho Sani, S.Si, M.Com., MPM.

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. Adaro Indonesia	Boom Arm Fast fill pada pengisian Fuel Excavator Hitachi EX 2500-5
PT Adaro Indonesia memiliki komitmen dalam melakukan perbaikan lingkungan khususnya terkait penghematan penggunaan energi pada SEU (Significant Energy Use). Pada tahun 2023, PT Adaro Indonesia melakukan implementasi program unggulan di bidang penghematan penggunaan energi yaitu program Boom Arm Fast fill pada pengisian Fuel Excavator Hitachi EX 2500-5. Kegiatan ini dilakukan di unit proses OB Stripping. PT Adaro Indonesia berhasil menghemat energi dengan menghilangkan moving equipment unit excavator saat proses pengisian bahan bakar excavator dengan melakukan modifikasi pada boom dan arm excavator. Proses modifikasi ini selain menghilangkan konsumsi bahan bakar berlebih, mampu memberikan efisiensi waktu pada proses removal overburden. BEFORE atau Sebelum adanya Inovasi AFTER atau Setelah adanya Inovasi Excavator berada diatas bench saat fuel truck akan mengisi bahan bakar excavator Excavator harus turun dari bench saat pengisian Fuel/bahan bakar Excavator berada diatas bench saat fuel truck akan mengisi bahan bakar excavator Excavator tetap berada diatas bench karena pengisian bahan bakar melalui arm (bongsa) excavator Gambar 5. Alur mekanisme sebelum dan setelah inovasi Program ini berdampak pada Perubahan Sub Sistem dimana terdapat penambahan alat pada aktivitas produksi batubara. Berdasarkan uraian deskripsi program ini berdampak pada waste embedded value, dimana dampak lingkungan yang dihasilkan adalah efisiensi energi sebesar 1900,8 GJ pada tahun 2023. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah perubahan rantai nilai (value chain perusahaan) dan keuntungan bagi produsen/perusahaan adalah penghematan energi yang dihasilkan pada tahun 2023 sebesar 1900,80 GJ dengan penghematan sebesar Rp 983.664.000.		
2	PT. Antang Gunung Meratus	Modifikasi Propeller Kapal dengan Subtitusi Sistem Propeller menjadi Adjustable Propulsion Pitch

Inovasi ini memiliki unsur kebaruan dan pertama kali diterapkan dalam sektor industri pertambangan batubara sejenis pada Buku Best Practice 2021-2023. Sebelum adanya program, proses distribusi batubara pada kapal tongkang menggunakan sistem propulsi fixed pitch pada propeller yang dirancang dan dipasang dengan konfigurasi tertentu yang tidak dapat diubah selama operasi sehingga kurang responsif dalam manuver, kurangnya kontrol daya dorong yang serta pemakaian energi lebih besar akibat dari perubahan pola operasi. Setelah adanya program, perusahaan melakukan substitusi sistem propulsi pada kapal tongkang dengan mengganti propeller dari Fixed Propulsion Pitch menjadi Adjustable Propulsion Pitch (APP) dimana mampu mengatur propeller selama operasi, arah dorong serta dilengkapi pitch untuk optimalisasi bahan bakar.



Inovasi ini terintegrasi dengan kajian LCA yang berada pada unit proses Coal Barging dengan pengurangan dampak kategori Abiotic Depletion Fossil sebesar 95.087,03 MJ 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 46.880,16 GJ dan menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 11.099.000.000 dari anggaran biaya Rp 22.500.000,00 pada tahun 2024.

3	PT. Arutmin Indonesia Tambang Batulicin	HAUL-E (Unit Angkut Batubara Sistem Elektrik SKT 105 E)
---	---	---

Program ini belum masuk ke dalam buku Best Practice Inovasi PROPER tahun 2019-2023 dan memiliki unsur kebaruan karena belum diimplementasikan pada sektor industri pertambangan khususnya pada kegiatan pengangkutan batubara dan pengembangannya berasal dari perusahaan sendiri (Departemen Engineering). Inovasi dilakukan pada kegiatan pengangkutan Batubara dan masuk dalam ruang lingkup kajian LCA tahun 2023 dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil ditengah tantangan peningkatan jarak angkut dan fluktuasi harga bahan bakar.



Inovasi ini memberikan efisiensi energi sebesar 1.521 GJ dan penghematan biaya operasional sebesar Rp.578 juta pada tahun 2023. Sedangkan data tahun 2024 dari awal tahun sampai kuartal 2 2024 mampu memberikan penghematan energi 2.086 GJ setara Rp 826 juta. Inovasi dilakukan pada perubahan tingkat sistem yang berdampak pada Sustainable Mobility karena inovasi mampu mewujudkan sistem transportasi yang lebih efisien dan perbaikan terhadap lingkungan, serta memberikan nilai tambah pada perubahan rantai nilai, penambahan kualitas layanan produk dan perubahan perilaku.

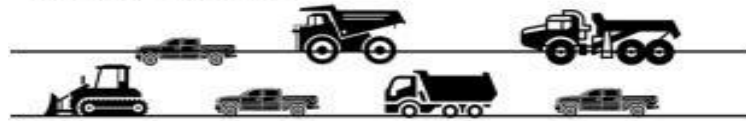
4	PT. Berau Coal - Site Binungan	“Sistem Vehicle Access Control pada Area Tambang”1
	PT Berau Coal Site Binungan menerapkan sistem pengawasan langsung di lapangan, namun sistem ini tidak terpantau dengan baik, sehingga dalam sehari terdapat 3 unit LV yang mengakses area tambang secara bersamaan. Akibatnya, terjadi peningkatan signifikan dalam konsumsi bahan bakar LV. Total pemakaian energi yang dibutuhkan dalam setahun oleh LV sebesar 588.428,00 liter. Selain itu, kondisi ini juga menghambat pergerakan alat berat, menyebabkan kemacetan di jalur utama, dan meningkatkan risiko tabrakan, terutama di area dengan visibilitas rendah dan jalan yang tidak rata. Situasi ini mengganggu efisiensi operasional tambang, memperlambat proses pemuatan dan pengangkutan material.	

Kondisi Sebelum Program

Sebelum Program

Pemantauan area tambang dilakukan dengan LV dengan jumlah 37 Unit tanpa ada pembatasan operasional setiap hari nya
 Pemakaian energi sebelum program = 588.428,00 liter

*kondisi ini menghambat pergerakan alat berat dan menyebabkan kemacetan di jalur utama



Intensitas : 0,000063 GJ/Ton

Kondisi Setelah Program

Driver perlu meminta akses ke pos pengamanan

Driver memasang bendera sebagai penanda telah mendapatkan akses

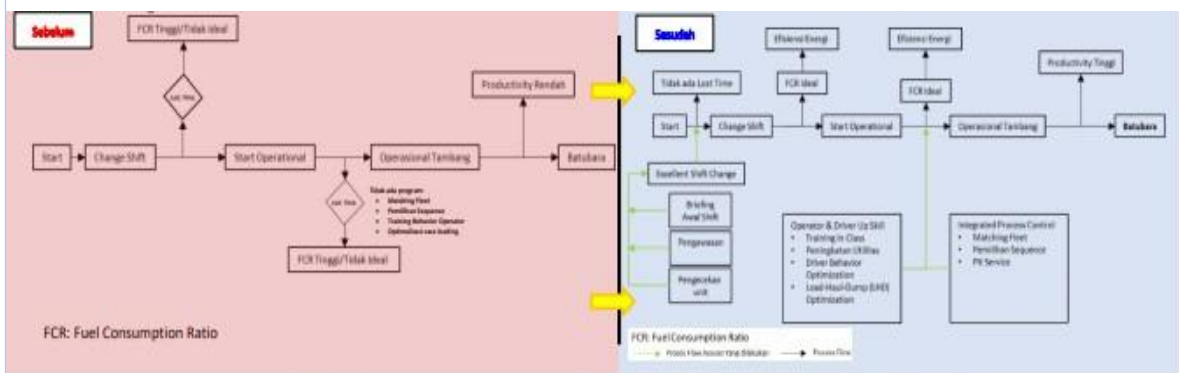
Video Surveillance



Intensitas : 0,000032 GJ/Ton

Inovasi ini merupakan program yang masuk ke dalam kategori perubahan Komponen dengan klasifikasi Process Improvement. Selain itu, program ini memiliki nilai tambah yaitu Perubahan perilaku yang dirasakan manfaatnya kepada perusahaan. Dampak Positif bagi Perusahaan yaitu terjadi efisiensi bahan bakar sebesar 294.214 liter karena pemakaian LV dapat dikontrol dengan baik. Inovasi ini terintegrasi dengan kajian LCA yang berada pada unit proses Mining Utilities sehingga dengan terimplementasinya program ini dapat mengurangi dampak Abiotic Depletion Fossil sebesar 23.154,40 MJ dan Cumulative Energy Demand Non Renewable sebesar 24.647,90 MJ. Selain itu, inovasi ini memiliki peluang perbaikan lingkungan akibat penerapan kajian Life Cycle Assessment.

5	PT. Berau Coal - Site Sambarata	“Solar-Powered Surveillance Camera dengan Teknologi Cellular Gateway untuk Pengawasan Area Tambang”
adanya program ini, Surveillance Camera tidak lagi bergantung kepada genset. Metode ini menggunakan kamera yang dimodifikasi dengan panel surya yang memiliki rotator system sehingga catchment area panas matahari dari solar panel lebih luas agar bisa beroperasi selama 24 jam tanpa perlu terhubung ke jaringan listrik konvensional. Kombinasi Cellular Gateway dipilih karena menawarkan solusi yang untuk mengatasi keterbatasan infrastruktur jaringan di lokasi tambang. Dengan menggunakan jaringan seluler (4G/5G), Cellular Gateway memungkinkan transmisi video pengawasan tanpa memerlukan kabel fisik yang mahal dan sulit dipasang di lingkungan tambang yang luas dan keras. Kondisi Sebelum Program Solar perlu dihidup secara rutin ke area tambang Jaringan internet akan terganggu ketika suplai energi tidak stabil video tidak bisa diakses secara real-time Genset Intensitas sebelum program : 0,00003079 GJ/Ton Kondisi Setelah Program Surveillance Video dimodifikasi menggunakan solar panel Cellular Gateway Station Remote Access Via Cloud Control Room Laptop Handphone Intensitas sesudah program : 0,00000770 GJ/Ton inovasi ini memiliki peluang perbaikan lingkungan akibat penerapan kajian Life Cycle Assessment. Program ini berada pada tahap siklus Production dengan kategori Energy minimized karena adanya penghematan energi yang didapatkan dengan adanya inovasi tersebut. Kemudian dihadapkan pada Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema wasted resources yakni terdapat pengurangan pemakaian bahan bakar fosil yang disebabkan adanya teknologi baru berkat adanya inovasi ini		
6	PT Kideco Jaya Agung	“Enchancing Energy Conservation in Susubang Pits Through Works System Redesign and Operator Skill Development”
Kegiatan inovasi ini menyebabkan perubahan pada Sub Sistem dimana terjadi Value Chain Optimization pada kegiatan operasional. Melalui inovasi ini tidak hanya berhasil meningkatkan efisiensi energi dalam proses produksi KIDECO, tetapi juga memberikan manfaat yang nyata bagi mitra kerja perusahaan. Dampak Lingkungan dari inovasi ini adalah berkurangnya intensitas energi yang dibutuhkan oleh Kideco dalam kegiatan operasional yang berdampak kepada penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan.		

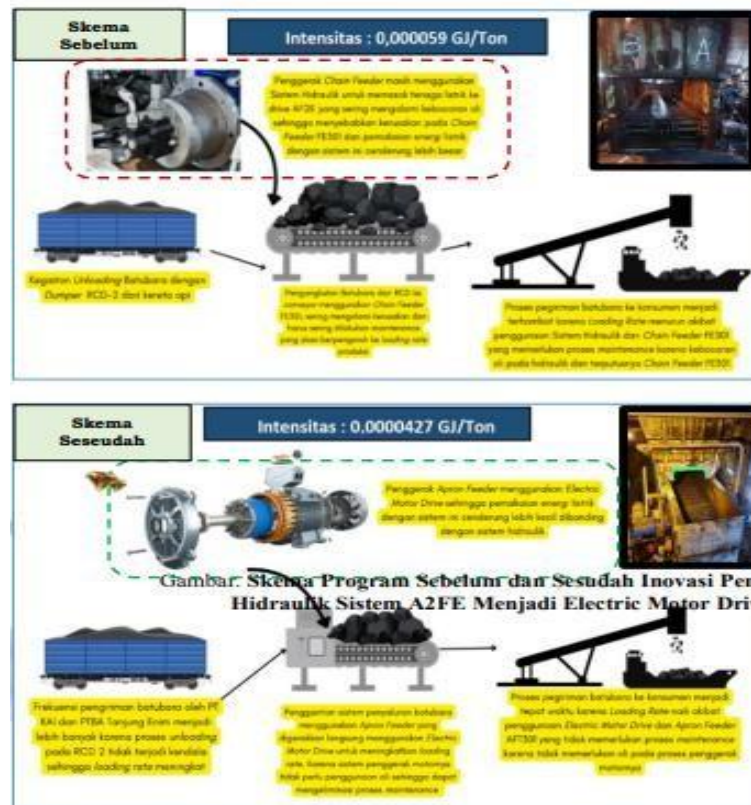


Gambar 6 Flow Process Diagram System Pembangunan Batubara di area Pit Susumbang

Nilai Tambah program inovasi berupa Perubahan Rantai Nilai dengan keuntungan untuk mitra kerja mining (Supplier), mengakibatkan pengurangan penggunaan bahan bakar dalam kegiatan operasional, yang sebelumnya ditetapkan dalam kontrak kerja sama oleh mitra-mitra KIDECO dengan KIDECO. Keuntungan pada Supplier dalam menurunkan FCR Dump Truck OB dari 0,0205 Liter/Bcm/100meter menjadi 0,0160 Liter/Bcm/100 meter, Dump Truck Coal sebesar 1,42 Liter/Ton batubara menjadi 1,30 Liter/Ton batubara, Excavator OB sebesar 0,245 Liter/bcm menjadi 0,225 Liter/Bcm dan Excavator Coal sebesar 0,284 liter/Ton menjadi 0,213 Liter/Ton.

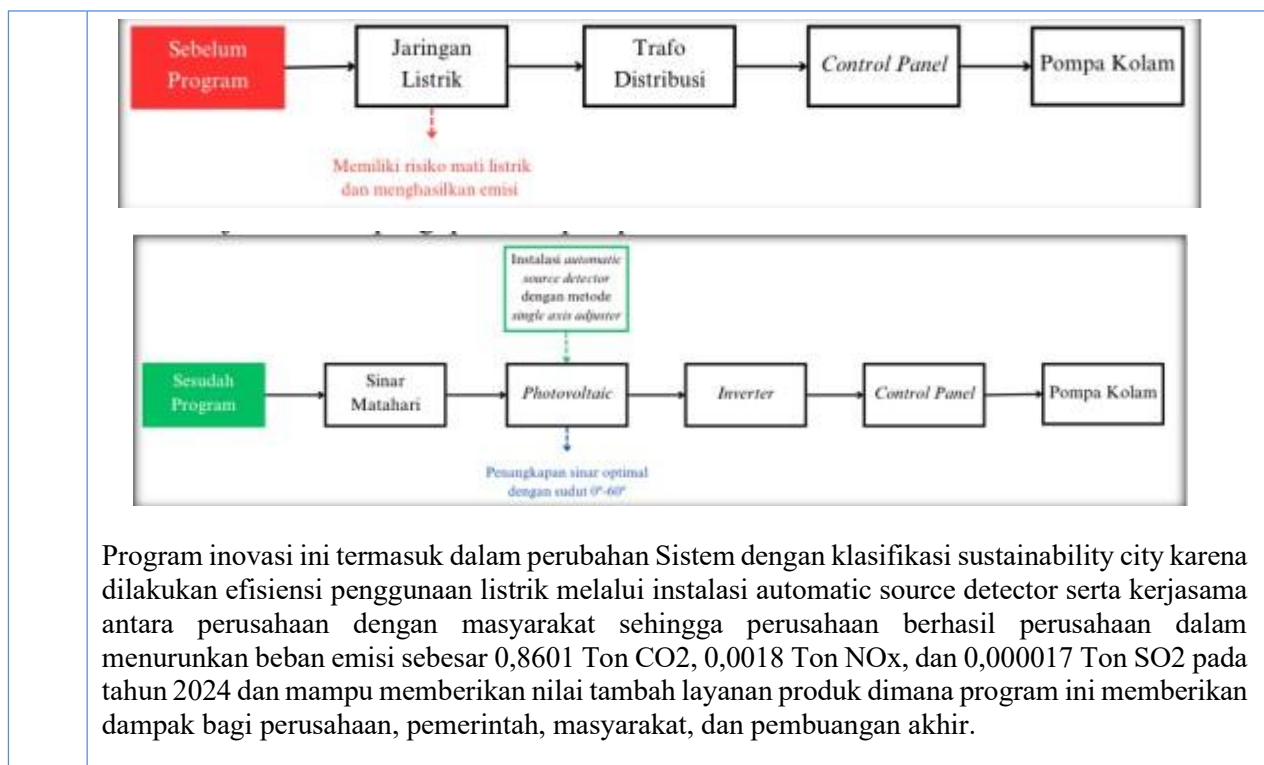
Keuntungan untuk konsumen/masyarakat adalah Penggunaan bahan bakar yang lebih efisien dalam operasional pertambangan berarti jumlah bahan bakar fosil yang dibakar untuk mendukung produksi batubara berkurang. Hal ini berdampak langsung pada pengurangan emisi CO₂ yang dihasilkan selama proses produksi. Sebagai pemasok utama batu bara untuk PLTU, pengurangan emisi di hulu ini sebesar 967,16 Ton CO₂eq akan mempengaruhi jejak karbon keseluruhan dari PLTU, karena bahan bakar yang dihasilkan lebih bersih dalam hal konsumsi energi. Bagi masyarakat luas, penurunan emisi dari industri pertambangan seperti KIDECO berdampak pada perbaikan kualitas udara secara umum dan adanya kontribusi signifikan terhadap mitigasi perubahan iklim.

7	PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. - Unit Pelabuhan Tarahan	Peningkatan Efisiensi Loading Rate Jalur RCD-2 Melalui Konversi Sistem Hidraulik A2FE ke Electric Motor Drive
	Sebelum program berjalan, proses unloading batubara di PTBA unit Pelabuhan Tarahan menggunakan alat yaitu Rotary Car Dumper. Setelah melalui proses di RCD, batubara disalurkan menggunakan Chain Feeder FE301 untuk di salurkan melalui Conveyor Belt CV301. Penggerak yang digunakan Chain Feeder FE301 adalah sistem hidrolis, di mana pompa hidrolis cenderung mengalami penurunan efisiensi akibat gesekan internal yang menyebabkan panas berlebih dan penurunan tekanan. Peningkatan downtime pada Chain Feeder FE301 akibat masalah hidrolis ini terjadi penurunan produktivitas dan menyebabkan kehilangan nilai produksi batubara sebesar 614.585,01 Ton/Tahun. Dari segi penggunaan energi listrik jika masih menggunakan pompa hidrolis, pemakaian listrik cenderung lebih tinggi yaitu sebesar 424.581 KWH/Tahun.	



program ini berada pada tahap siklus Production dengan kategori Energy Minimized. Pada pendekatan Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema Waste embedded value dengan kategori Energy recovery dimana dengan adanya penggunaan electric motor drive tidak diperlukan energi listrik lebih banyak daripada menggunakan sistem hidraulik.

8	PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. - Unit Pelabuhan Tarahan	Instalasi Automatic SourceDetector Dengan Metode Single Axis Adjuster untuk Mencapai Kondisi Optimal pada Sumber Energi Gerak Pompa
	Sebelum program inovasi, pompa aerasi yang ada di area kolam lele masyarakat binaan Kelurahan Sukamoro menggunakan sumber energi listrik tak terbarukan yang berasal dari PTBA Unit Dermaga Kertapati. Energi listrik yang digunakan sebelum program dipasok dari jaringan utilitas yang berbasis bahan bakar fosil batu bara. Penggunaan listrik jenis ini menimbulkan beban emisi sebesar 0,00094 Ton CO₂, 0,0000000187 Ton NO_x, dan 0,000000196 Ton SO₂ tiap kWh. Hal ini berisiko pada saat pemadaman listrik yang menyebabkan tidak berfungsinya pompa aerasi. Selain itu, biaya operasional menjadi tinggi karena masyarakat harus membayar biaya listrik tak terbarukan. Sesudah program inovasi, dilakukan dengan instalasi automatic source detector dengan metode single axis adjuster pada sumber energi pompa kolam lele. Automatic source detector dengan metode single axis adjuster bekerja dengan silinder hidraulik otomatis yang memiliki sensor cahaya. Silinder hidraulik ini secara otomatis menggerakkan sel fotovoltaik mengikuti pergerakan matahari sepanjang hari untuk memaksimalkan penangkapan cahaya. Sel fotovoltaik dapat berputar dari timur ke barat dengan sudut berkisar antara 0 derajat (horizontal) hingga 60 derajat atau lebih, tergantung pada intensitas cahaya matahari.	

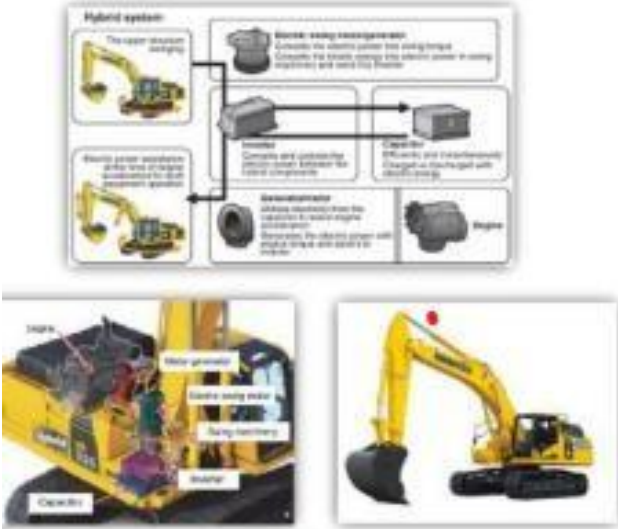


9	PT. Kuansing Inti Makmur	Pengurangan Konsumsi Energi Listrik dengan Skema Off-Grid
PT KIM berada pada posisi benchmark ke-7 dibandingkan industri pertambangan batubara Dunia yang tersebar di 5 benua, dan secara nasional berada pada 50% terbaik berdasarkan Pareto rules dengan berlandaskan pedoman nasional acuan aspek benchmarking Perdirjend PPKL P.21/PPKL/SET/KUM.1/10/2018. Posisi PT KIM ke-7 Intensitas Energi Terbaik Internasional pada Benchmarking dari 5 Benua tahun melalui upaya pengurangan pemakaian energi listrik dan pengurangan pemakaian bahan bakar untuk genset. Kuantifikasi Perbaikan Lingkungan: Inovasi ini memberikan hasil perbaikan lingkungan yang terkuantifikasi sebagai hasil absolut efisiensi energi sebesar 207 GJ, yang juga turut mereduksi jejak karbon yang dihasilkan.		
KIM berkontribusi pada kegiatan konversi sepeda motor listrik sebagaimana program pemerintah dalam mendukung upaya dekarbonisasi yang dimulai dari masyarakat binaan setempat. Saat ini prosentase pemakaian kendaraan listrik di area binaan PT KIM adalah sebesar 6,25% yang tersebar di sejumlah desa di lingkaran tambang. Pemakaian listrik di area operasional KIM termasuk cukup besar dikarenakan adanya pengelolaan housing pegawai yang bekerja dengan sistem onsite-offsite. Namun demikian pemakaian energi listrik yang bersumber dari PLN maupun generator cukup besar karena tidak selalu dalam keadaan terpakai sehingga timbul ide untuk perancangan sistem automasi		

	dalam mengontrol penggunaan energi listrik di area KIM, sehingga turut menurunkan beban penggunaan energi serta menurunkan carbon footprint dari emisi GRK yang dihasilkan.
--	---

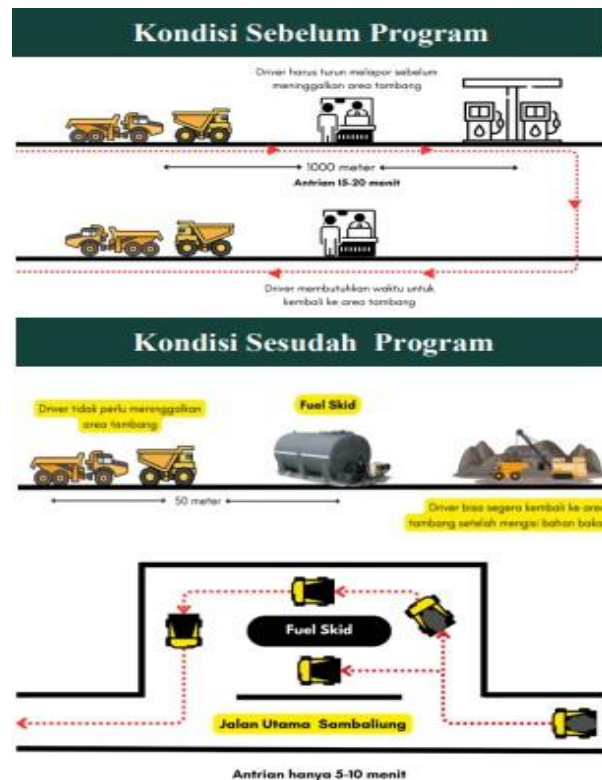
10	PT. Arutmin Indonesia Tambang Kintap	SI ABANG OPIK(TRANSFORMASI BARGING DARI TELESCOPIC CHUTE KE SWIVEL CUTE)
	Program SI ABANG OPIK belum masuk ke dalam buku best practice KLHK 2020-2023 dan memiliki unsur kebaruan di sektor industri pertambangan dan pengembangannya berasal dari perusahaan sendiri. Inovasi ini terletak pada unit Coal Conveying to Barge, Shipping dan Customer PLTU yang masuk ke lingkup Gate to Grave, dimana unit tersebut termasuk dalam ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Program ini mempunyai dampak dalam perubahan Sub-systems yang merupakan Product Sharing dari merubah Chute tipe Telescopic menjadi tipe Swivel sehingga mengurangi losses pada saat proses industri pengangkutan dan pembongkaran batubara di industri PLTU.  Nilai tambah inovasi ini berupa Value Chain Optimization karena bermanfaat bukan hanya bagi perusahaan tetapi juga berlanjut ke distributor hingga konsumen. Bagi perusahaan di tahun 2023 mampu mengoptimalkan energi 14.923,07 GJ/ton. Selain energi diantaranya terjadi peningkatan waktu pemuatan batubara sebesar 39,97%, meningkatnya faktor keselamatan sebesar 65%. Bagi industri transporter/jasa pengangkutan (Kontraktor) terjadi peningkatan efisiensi waktu proses pengiriman sebesar 9,09%. Industri pembangkitan PLTU (Konsumen) memiliki dampak penurunan losses penerimaan batubara di pelabuhan bongkar yang sebelumnya 0,5% menjadi 0,1% setelah adanya program.	

11	PT. Asmin Bara Bronang	HYBRID HYDRULIC EXCAVATOR HB335-1
	Sebelum program, PT. Asmin Bara Bronang masih menggunakan unit konvensional yang menggunakan diesel untuk loading batubara di proses produksi, dimana saat proses idle PC300 tipe lama tetap mengonsumsi bahan bakar, yang sebenarnya terbuang dan tidak produktif, sehingga konsumsi energi menjadi lebih boros. Program inovasi ini dijalankan PC 300-8 dengan model lama digantikan dengan Hybrid Hydraulic Excavator HB355-1. Hybrid Excavator HB355-1 memiliki rangkaian swing motor yang menggunakan elektrik dan generator motornya ditingkatkan menjadi lebih modern terutama pada unit inverter dan kapasitor yang diproduksi oleh PT KOMATSU sendiri.	

	 Program Inovasi ini merupakan perubahan sub-system dimana terjadi perubahan pemakaian energi yang semula langsung membakar bahan bakar menjadi pemakaian energi listrik yang di simpan dalam kapasitor. Dengan inovasi yang dilakukan maka terjadi penghematan biaya produksi yaitu dengan pemakaian energi yaitu sebesar 3,2 GJ/ Tahun yang setara dengan penghematan Rp. 734.255.525.57.
--	--

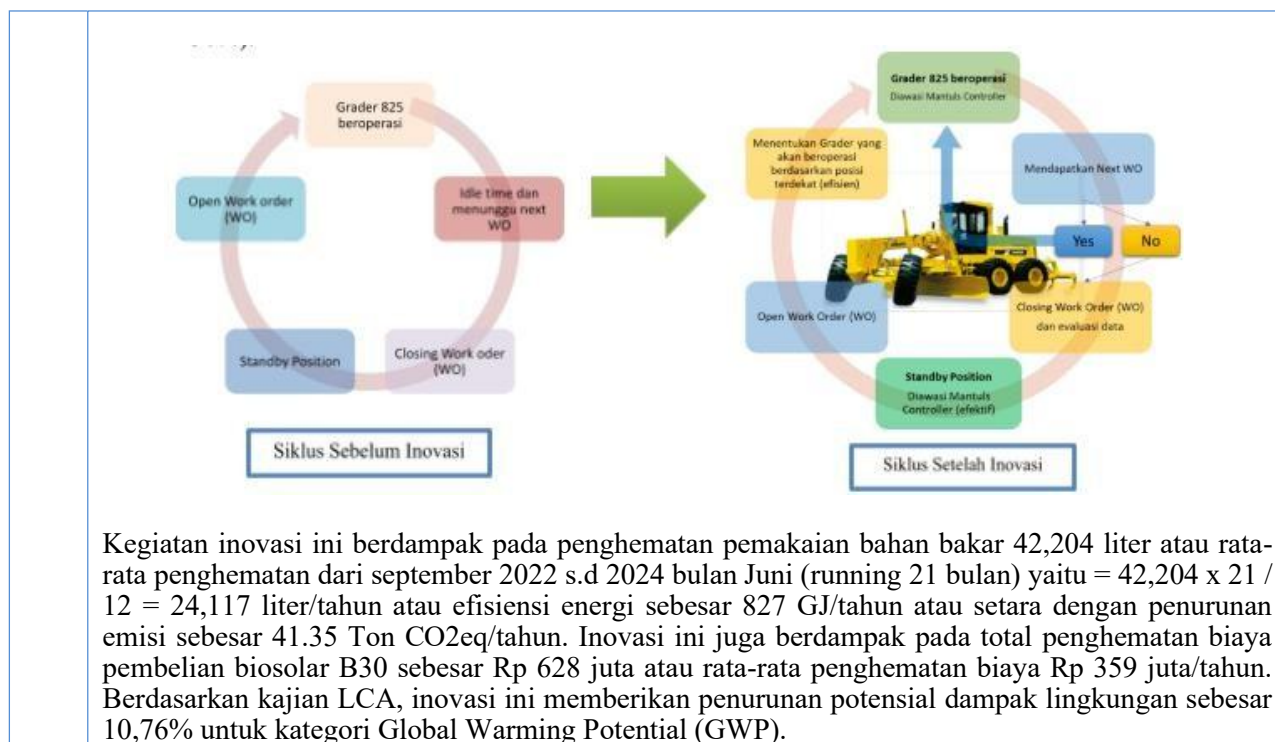
12	PT. Berau Coal - Site Lati	“Redesign System Re-Fuelling Alat Berat dengan Penerapan Fuel Skid System”
	Sebelumnya, proses pengisian bahan bakar hauler di luar area tambang memakan waktu signifikan, setiap unit hauler harus menempuh jarak 1000 meter dan membutuhkan 20-25 menit untuk perjalanan pulang pergi ke stasiun pengisian bahan bakar, yang menyebabkan gangguan operasional. Setiap hari, 48 unit hauler mengisi bahan bakar dua kali, mengakibatkan waktu tunggu di stasiun selama 15-20 menit, yang menambah idle time serta meningkatkan konsumsi energi dan emisi polusi	

Selain itu, program ini memiliki nilai tambah yaitu Perubahan Rantai Nilai dimana memberikan dampak bagi Perusahaan, Supplier, Pembuangan Akhir dan Masyarakat. Perusahaan: Perusahaan dapat mengefisiensikan bahan bakar sebesar 62.230,02 liter, penghematan biaya pada tahun 2023 sebesar Rp 603.199.226 dan peningkatan produktivitas pada area tambang. Supplier Kontraktor, Kuota kontraktor hauling terpenuhi, kondisi fatigue untuk driver dapat diatasi karena proses pengisian bahan bakar tidak perlu mengantri.



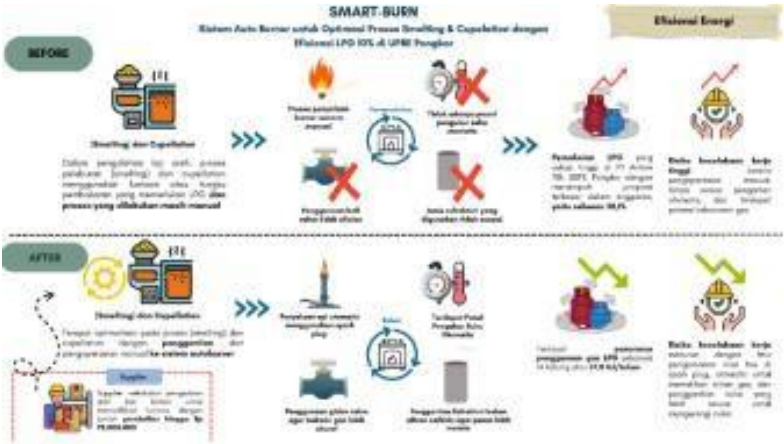
Program ini berada pada tahap siklus Production dengan kategori Energy minimized dikarenakan adanya penghematan energi yang didapatkan dengan adanya inovasi tersebut. Kemudian dihadapkan pada Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema wasted resources dimana tidak ada lagi penggunaan bahan bakar untuk mengantri bahan bakar berkat adanya inovasi ini.

13	PT. Multi Harapan Utama	“Meningkatkan Efisiensi Grader GD825 Menggunakan Mantuls Controller”
	Unit grader GD825 memiliki peranan yang besar dalam tahapan perataan tanah dan memperbaiki permukaan tanah sehingga proses hauling dapat berjalan dengan baik dan efisien. Namun sistem grader GD825 belum dilengkapi dengan activity monitoring system, sehingga jumlah unit grader GD825 yang banyak serta area tambang yang sangat luas memiliki potensi masalah terhadap pengawasan aktivitas unit grader GD825 yang tidak maksimal (lost control), mengakibatkan turunnya produktivitas dan meningkatkan konsumsi bahan bakar (fuel). Diketahui total pemakaian fuel untuk grader GD825 adalah 972.073 liter/tahun. Jumlah pemakaian energi yang besar tersebut menjadi perhatian Perusahaan, sehingga dilakukan berbagai upaya untuk meningkatkan performance dan efisiensi dari unit grader GD825.	

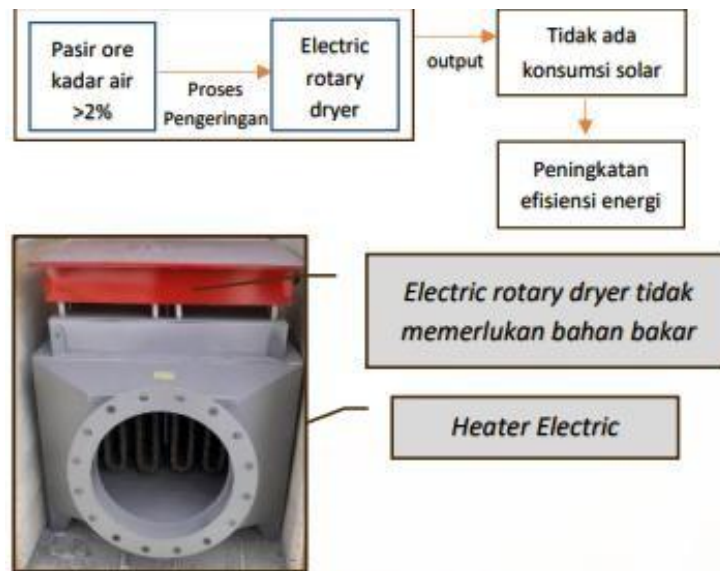


14	PT. Aneka Tambang (Persero), Tbk. - Unit Bisnis Pertambangan Nikel Maluku Utara (Buli)	MOBIL SAMPEL SICEPAT KILAT : OPTIMASLIASI MOBILITAS PETUGAS SAMPEL PRODUKSI BIJIH NIKEL
	Permasalahan Awal aktivitas mobilitas yang intensif dalam pengambilan sampel, serta transportasi sampel ke laboratorium, mengakibatkan konsumsi bahan bakar yang tinggi. Hal ini tidak hanya meningkatkan biaya operasional perusahaan, tetapi juga berkontribusi pada inefisiensi penggunaan energi dan potensi dampak lingkungan. Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi yang dilakukan ialah berupa efisiensi penggunaan bahan bakar melalui pergantian dari unit mobil sampling (double cabin) menjadi mobil sampel sicepat kilat. Gambar 6. Sebelum dan Sesudah Program Inovasi Efisiensi Energi Sebelum inovasi ini dilaksanakan upaya pengurangan penggunaan bahan bakar melalui penerapan program dilakukan dengan perubahan alur pengambilan sampling bijih nikel, dimana pada awalnya petugas sampling harus hilirmudik dari lokasi sampling menuju laboratorium. Namun, setelah	

	program ini berjalan adanya mobil sampel sicepat kilat proses pengambilan sampel lebih efisiensi karena dalam sekali ekspedisi sampel dapat dikumpulkan dari setiap lokasi enerapan inovasi PT ANTAM Tbk UBPN Maluku Utara telah berkontribusi pada ekonomi sirkular (circular economy) pada kategori Wasted Embedded Value pada Four Type of Wasted Value, dimana terdapat pengurangan konsumsi bahan bakar yang digunakan sebagai bahan bakar dalam kegiatan sampling.
--	--

15	PT Aneka Tambang Tbk. - UBPE Pongkor	Sistem Auto Burner untuk optimasi Proses Smelting & Cupelation dengan efisiensi LPG 10% di UBPE Pongkor
Sebelum adanya program terdapat beberapa kondisi yang menyebabkan inefisiensi antara lain proses pengoperasian burner masih dilakukan manual dan penggunaan ball valve yang bukaannya terlalu besar sehingga banyak membuang gas, tidak adanya pengukur suhu otomatis sehingga penggunaan gas berlebih saat suhu mencapai titik lebur, dan jenis refraktor yang belum optimal sehingga cepat rusak. Setelah adanya program, sistem pengoperasian burner menggunakan spark plug sehingga memberikan respon cepat dalam menyalakan api, penggantian dari ball valve menjadi globe valve juga dilakukan untuk memungkinkan pengaturan gas lebih presisi, dan penggunaan refraktor berbahan SiO₂ yang sesuai dengan material yang dilebur.  Gambar 5. Skema Perubahan Program SMART-BURN Program ini termasuk pada ruang lingkup Perubahan Sub Sistem dimana terdapat penambahan fitur pada alat di unit proses produksi yang dilakukan perusahaan dengan klaim eco-inovasi berupa Value Chain Optimization. Nilai tambah dari program ini berupa perubahan Rantai Nilai dimana perusahaan mendapatkan keuntungan berupa efisiensi energi, penghematan penggunaan LPG, penghematan pembelian refraktor baru, dan keamanan pada karyawan dengan meminimalisir kegagalan pembakaran. Bagi masyarakat mendapatkan manfaat dengan dibukanya pekerjaan baru berupa perakitan alat system automatic burner dan perawatan pembersihan alat. Bagi Suplier mendapatkan manfaat berupa pembelian alat dan bahan untuk memodifikasi furnace.		

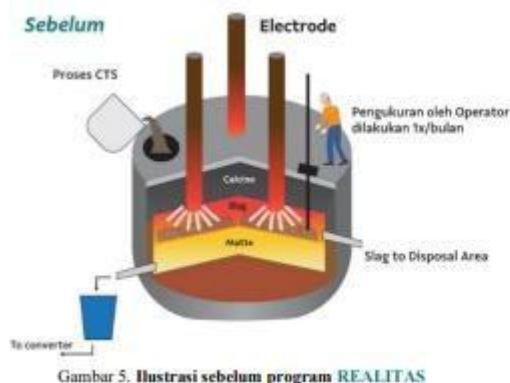
16	PT. Mitra Stania Prima	“Rotary Dryer Conversion F2E (Fuel Burner to Electricity)”
Program ini merupakan inovasi penambahan komponen untuk penghematan bahan (material efficient) pada proses produksi melalui penggantian alat pengeringan pasir timah (ore). Sebelum program, pasir timah (ore) yang diterima oleh perusahaan terlebih dahulu mengalami proses pengeringan dengan menggunakan alat pemanas berupa fuel burner rotary dryer yang berbahan bakar solar. Pengeringan rutin ini menyebabkan konsumsi bahan bakar solar menjadi tinggi. Maka, inovasi dilakukan dengan melakukan penggantian alat pengering berupa electric rotary dryer ramah lingkungan yang prinsip kerjanya menggunakan electric blower heater dengan daya electric hanya sebesar 0,25 KW dan tidak memerlukan solar dalam operasionalnya.		



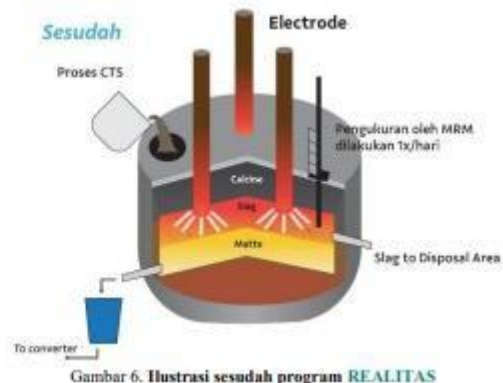
**Gambar 6 Skema Inovasi Rotary Dryer
Conversion F2E (Fuel Burner to Electricity)**

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa efisiensi energi sebesar 1.078,92 GJ pada tahun 2024 dan terjadi penghematan sebesar Rp203.637.768,00. Selain itu, inovasi ini memiliki nilai tambah perubahan perilaku yaitu meningkatkan kesadaran para pekerja terhadap pentingnya upaya efisiensi energi yang memberikan dampak positif terhadap perbaikan lingkungan dengan mengurangi pemakaian solar produksi di perusahaan

17	PT. Vale Indonesia, Tbk.	Rekayasa Level SlAg Nikel di Tanur Listrik (REALITAS)
Sebelum program inovasi Rekayasa Level SlAg Nikel di Tanur Listrik (REALITAS) pengukuran level slag nikel dilakukan oleh operator dilantai atap tanur listrik. Demi keselamatan kerja, pengukuran hanya dilakukan jika power di tanur listrik dalam kondisi mati pada saat shutdown rutin per-bulan. Maka dari itu, pengukuran dilakukan hanya sekali dalam satu bulan Akibatnya proses skimming tidak terkontrol, karena keterbatasan data untuk melakukan strategi operasi produksi. Berdampak tingginya nilai Gross Heat Energy (GHE) yang secara otomatis meningkatkan konsumsi Listrik. Merespon hal tersebut, PT Vale berinisiatif melakukan inovasi perubahan sistem operasi dengan Rekayasa Level SlAg Nikel di Tanur Listrik (REALITAS) dengan memasang mechanized rod measurement (MRM). Dengan MRM pengukuran level slag nikel bisa dilakukan dengan jarak jauh, tidak perlu operator secara langsung di lantai atap tanur listrik. Sehingga pengukuran dapat dilakukan setiap hari di awal shift pagi, efek positifnya adalah proses skimming terkontrol dengan baik. Berdampak turunnya nilai Gross Heat Energy (GHE) otomatis menurunkan konsumsi listrik.		



Gambar 5. Ilustrasi sebelum program REALITAS



Gambar 6. Ilustrasi sesudah program REALITAS

Program Rekayasa Level Slag Nikel di Tanur Listrik (REALITAS) berdampak pada perubahan sub-sistem dengan nilai tambah rantai nilai pada alur proses produksi di perusahaan memberikan keuntungan bagi perusahaan dan stakeholder lain. Surplus energi listrik dari program REALITAS yang diproduksi oleh PT Vale didistribusikan kepada masyarakat melalui Perusahaan Listrik Negara (PLN). PLN ikut terdampak melakukan efisiensi akibat dampak positif turunya intensitas konsumsi energi Listrik di PT Vale.

18	PT. Arutmin Indonesia Tambang Asam-Asam	OPTIMUS FRIME : Optimalisasi Penggunaan Fuel Bekas Dengan Fraction Flushing Fuel)
----	--	--

Fuel menjadi top issue pengeluaran biaya pada proses produksi dengan biaya yang sangat tinggi. Atas dasar hal tersebut, inovasi ini muncul dari inisiatif internal PT Arutmin Indonesia Asamasam khususnya Departemen Engineering dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi energi. selain itu juga meningkatkan efisiensi seluruh rantai nilai penggunaan bahan bakar dalam operasi tambang. Inovasi ini memberikan keuntungan tidak hanya dalam hal efisiensi energi, pengurangan biaya operasional, pengurangan limbah B3 dan dampak lingkungan (value chain optimization). Benefit yang didapatkan dari program ini adalah terjadi penghematan energi sebesar 7.334,05 GJ yang jika dirupiahkan terjadi penghematan sebesar Rp 2.412.517.024,00.



Gambar 7. Alat Fraction Tools

Inovasi ini terletak pada tahapan proses produksi yang masuk ke dalam Cradle to Grave dimana tahapan tersebut masuk ke dalam ruang lingkup kajian LCA tahun 2023. Perubahan Sub Sistem yang dilakukan dalam inovasi ini yaitu dengan merancang dan membikin alat Fractional Flushing Fuel yang memiliki fungsi untuk menyaring fuel agar mendapatkan tingkat fuel burn yang sangat kecil dan berdampak pada penghematan konsumsi fuel (process improvement), selain itu juga meningkatkan efisiensi seluruh rantai nilai penggunaan bahan bakar dalam operasi tambang

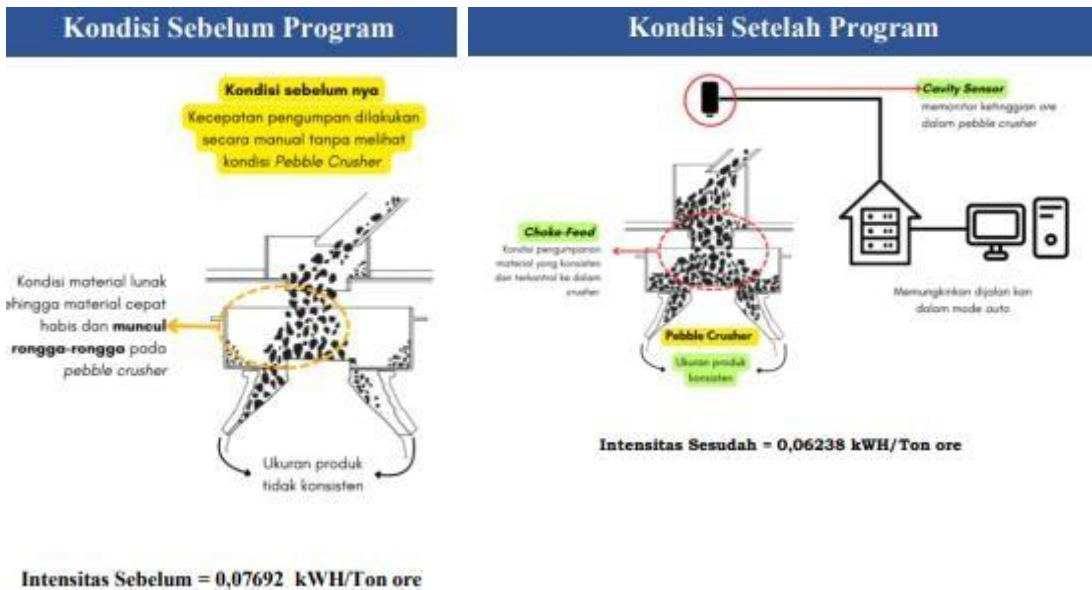
19	PT Borneo Indobara	“Instalasi Jaringan Distribusi Sumber Air Bersih Void Andaru dengan Metode Distribusi Berbasis Zona Tekanan”
Sesudah adanya program inovasi, dilakukan pembangunan jaringan distribusi air dari air void menggunakan metode distribusi berbasis zona tekanan dengan pipa mainline air bersih sepanjang 2,8 km dari Void Andaru ke Desa Banjarsari dan 3,2 km ke Desa Mekar Jaya serta pipa jaringan distribusi sepanjang 15.700 meter. Pipa jaringan distribusi ini memiliki metode distribusi berdasarkan tekanan. Sistem ini dirancang untuk mendistribusikan air melalui jaringan pipa dengan mempertimbangkan tekanan air dalam setiap zona agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna secara efisien. Pengguna di setiap zona mendapatkan air dengan tekanan yang sesuai dengan kebutuhan mereka. Konsep tekanan yang diterapkan pada metode ini adalah tekanan dinamis dimana distribusi air mengacu pada tekanan yang ada dalam pipa pada saat air mengalir, Rentang tekanan dalam sistem distribusi air berbasis tekanan ini berada pada tekanan rendah yaitu 20-30 psi karena hanya mencakup pada penggunaan rumah tangga yang tidak memerlukan tekanan tinggi.		
 Gambar 7 Skema Sebelum dan Sesudah inovasi		
inovasi ini berada pada unit proses wastewater treatment plant dan mampu menurunkan dampak Cumulative Energy Demand Non Renewable sebesar 345,62 MJ dan Abiotic Depletion Fossil sebesar 367,91 MJ 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 bahan bakar fosil berkat adanya inovasi ini		
21	PT Mifa Bersaudara	Inovasi Program DOUBLE TRAILER (Substitusi Heavy Dump Truck untuk Kegiatan Pengangkutan Batubara)

Pengembangan program inovasi berasal dari perusahaan sendiri dimana ide program inovasi ini muncul karena Kondisi peningkatan bahan bakar akibat tidak efisiensinya pengangkutan batubara yang dilakukan menggunakan unit Heavy dump truck menggunakan single trailer Heavy Dump Truck, oleh karena itu, PT Mifa Bersaudara melakukan program inovasi DOUBLE TRAILER (Substitusi Heavy Dump Truck untuk Kegiatan Pengangkutan Batubara).



Nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa perubahan Rantai Nilai dan keuntungan. Pada Produsen mampu melakukan efisiensi energi dari penggantian unit Heavy Dump Truck sebesar 523.068 GJ dan proses produksi yang lebih efisien. konsumen, menjaga pasokan batubara ke PLTU 1-2 sebesar 3.000.000 Juta Ton dari total jumlah 10.000.000 Ton Produksi setiap Tahunnya.

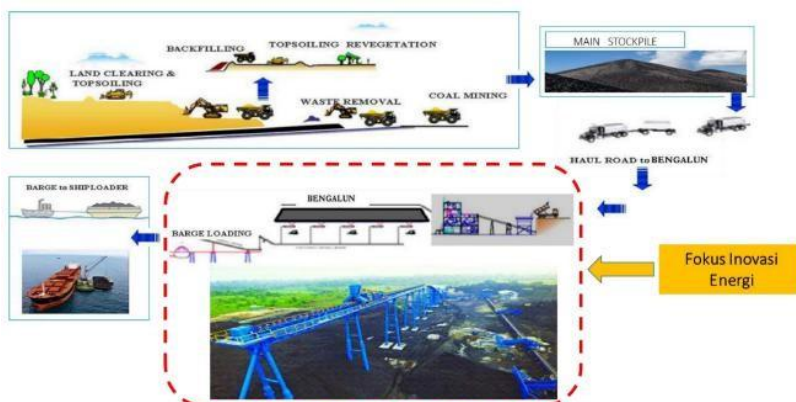
21	PT. Agincourt Resources	“Implementasi Teknologi Cavity Sensor untuk Menjaga Kondisi Choke-feed pada Proses Penggilingan Ore”
	Sebelum adanya program perubahan kecepatan pengumpan dilakukan oleh operator secara manual, dikarenakan kondisi ore di dalam penggiling tidak bisa dimonitoring. Jumlah ore di dalam penggiling akan berubah-ubah secara fluktuatif. Setelah dilakukan implementasi teknologi cavity sensor pada proses penggilingan ore, kondisi penggilingan dapat dipantau. Cavity sensor akan memonitor jumlah ore dalam penggiling, mengendalikan kerja motor penggiling. Cavity Sensor yang di gunakan dalam penggiling menggunakan Level Transmitter Vegapuls C 23.	



Selain itu program ini berada pada tahap siklus Production dengan Kategori energy minimized karena teknologi yang diterapkan pada program ini memungkinkan perusahaan untuk menekan pemakaian energi dan timbunan emisi yang dihasilkan. Kemudian dihadapkan pada Circular Business Model inovasi ini tergolong pada Wasted Embedded Value dimana program ini dapat mengurangi energi yang digunakan. Inovasi ini merupakan perubahan Komponen dengan klasifikasi Process Improvement dengan anggaran program Rp 88.500.000 yang memberikan nilai tambah yaitu rantai nilai dan memberikan dampak kepada produsen, supplier, konsumen dan masyarakat. Dampak produsen berupa efisiensi penggunaan energi listrik sebesar 51.221,41 kWh atau setara dengan 184,40 GJ dan memberikan penghematan secara finansial yaitu sebesar Rp. 63.484.323,-. Dampak pada supplier adalah tercapainya target produksi emas kepada konsumen dengan penghematan biaya pemakaian energi.

22	PT. Mitrabara Adiperdana, Tbk	“Motor Protection Feeder Breaker CHF dengan Thermal Overload Relay”
----	-------------------------------	---

Program ini merupakan upaya perusahaan untuk mengatasi kondisi eksisting yaitu jumlah *losses energy* pada feeder motor M2QA280S4A yang cukup besar sekitar 75 Kwh untuk setiap motor. **Sebelum program ini berjalan**, Belum adanya arus pembatas pada motor yang berpotensi terjadinya *lossess current* di atas beban batas normal operasi. Kemudian dilakukan *feasibility study*, dari hasil kajian muncul potensi program efisiensi energi dengan meningkatkan efisiensi energi pada motor dengan Motor Protection Feeder Breaker CHF dengan *Thermal Overload Relay* sehingga akan berdampak terhadap penurunan energi dan kenaikan produktivitas unit. **Setelah adanya program**, diberikan batasan arus pada motor sehingga system autostop motor feeder bekerja pada saat terdapat beban di atas normal batas normal beroperasi Program ini memiliki **unsur kebaruan** karena belum pernah diterapkan pada sektor industri pertambangan sejenis

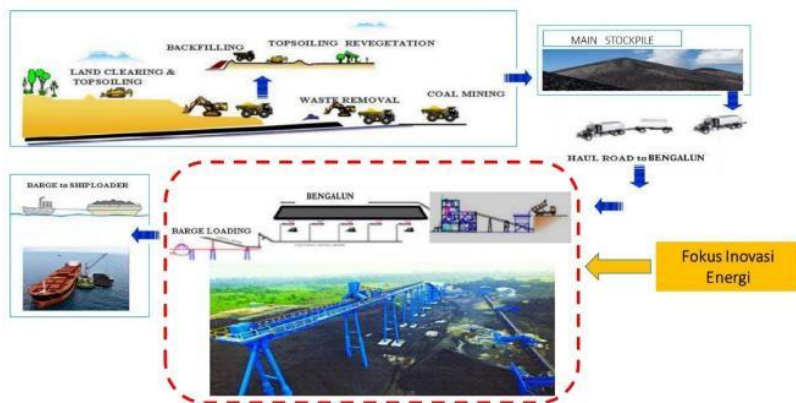


Gambar 1. Proses tahapan Barge Loading CHF di PT Mitrabara Adiperdana, Tbk.

Inovasi ini merupakan perubahan sub-sistem dengan klasifikasi *Value Chain Optimization* dan memberikan nilai tambah yaitu **perubahan rantai nilai**. Program ini berhasil mengefisiensi energi sebesar **1,031,729 Kwh** dan penghematan biaya sebesar **Rp 1.547.593.229,00** pada tahun 2023 dengan anggaran biaya sebesar Rp 15.250.000,00. Kemudian dihadapkan pada **Circular Business Model** inovasi ini tergolong pada skema *wasted embedded value*.

23	PT. Mitrabara Adiperdana, Tbk	“Motor Protection Feeder Breaker CHF dengan Thermal Overload Relay”
----	-------------------------------	---

Program ini merupakan upaya perusahaan untuk mengatasi kondisi eksisting yaitu jumlah *losses energy* pada feeder motor M2QA280S4A yang cukup besar sekitar 75 Kwh untuk setiap motor. **Sebelum program ini berjalan**, Belum adanya arus pembatas pada motor yang berpotensi terjadinya *lossess current* di atas beban batas normal operasi. Kemudian dilakukan *feasibility study*, dari hasil kajian muncul potensi program efisiensi energi dengan meningkatkan efisiensi energi pada motor dengan Motor Protection Feeder Breaker CHF dengan *Thermal Overload Relay* sehingga akan berdampak terhadap penurunan energi dan kenaikan produktivitas unit. **Setelah adanya program**, diberikan batasan arus pada motor sehingga system autostop motor feeder bekerja pada saat terdapat beban di atas normal batas normal beroperasi Program ini memiliki **unsur kebaruan** karena belum pernah diterapkan pada sektor industri pertambangan sejenis



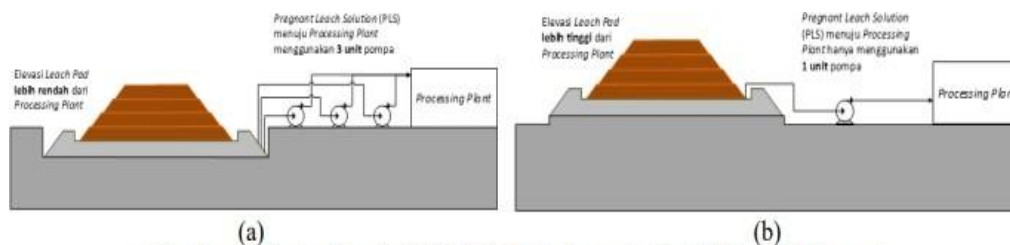
Gambar 1. Proses tahapan Barge Loading CHF di PT Mitrabara Adiperdana, Tbk.

Inovasi ini merupakan perubahan sub-sistem dengan klasifikasi *Value Chain Optimization* dan memberikan nilai tambah yaitu **perubahan rantai nilai**. Program ini berhasil mengefisiensi energi

	sebesar 1,031,729 Kwh dan penghematan biaya sebesar Rp 1.547.593.229,00 pada tahun 2023 dengan anggaran biaya sebesar Rp 15.250.000,00. Kemudian dihadapkan pada Circular Business Model inovasi ini tergolong pada skema wasted embedded value .
--	---

24	PT. Hengjaya Mineralindo	VOLT (VSD Oven Lab Transformation)”
	Sebelum dilakukannya inovasi, proses pengujian sampel di laboratorium dilakukan dengan menggunakan oven konvensional. Hal ini menyebabkan penggunaan energi yang cukup tinggi dikarenakan daya yang dibutuhkan oven konvensional yang cukup besar dengan waktu penggunaan alat yang lama. Adapun total pemakaian energi untuk satu oven konvensional mencapai 115,176 kWh per harinya. Setelah program inovasi, perubahan dilakukan dengan mengganti oven konvensional menjadi oven VSD. Dengan penggantian unit ini, penggunaan oven untuk kegiatan laboratorium memiliki konsumsi daya yang lebih kecil, dengan efisiensi energi mencapai 9,648%. inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses produksi (production) melalui energy minimized dengan efisiensi pemakaian energi berupa penggantian oven di laboratorium. Selain itu, apabila ditinjau dari Four Types of Wasted Value, inovasi ini berada di siklus Reverse Logistics untuk mencegah terbentuknya wasted embadded value, yaitu melalui recovery produk, efisiensi energi, dan efisiensi proses sehingga tidak banyak aset atau kapasitas energi yang terbuang.	

25	PT. J. Resources - Bolaang Mongondow Blok Bagan	“Optimasi Leach Pad dengan Pemanfaatan Gravitasi”
	Ide ini muncul tidak terlepas dari komitmen perusahaan untuk menerapkan prinsip-prinsip Resource Efficient and Cleaner Production (RECP), sebuah konsep yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan meminimalkan dampak lingkungan dari proses industri. Optimalisasi leach pad dengan memanfaatkan gravitasi ini memberikan dampak yang signifikan dalam proses produksi di PT J Resources Bolaang Mongondow. Dengan mengubah elevasi leach pad, perusahaan berhasil mengurangi ketergantungan pada sistem pompa dari tiga unit berdaya 30 kW menjadi hanya satu pompa 30 kW.	

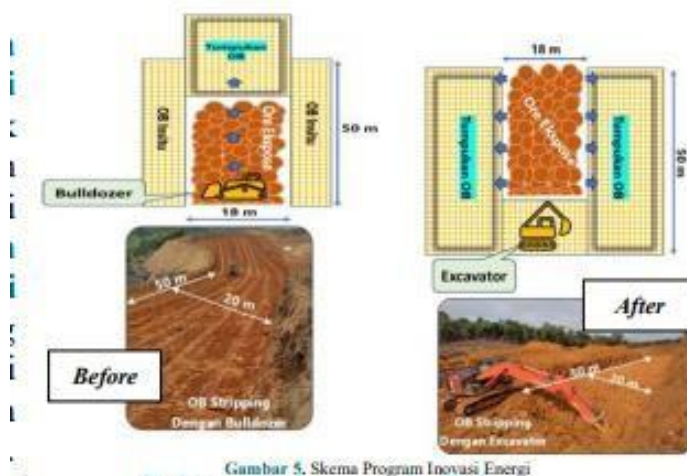


Gambar 5. Sistem Leach Pad: (a) Sebelum Inovasi: dan (b) Sesudah Inovasi

Inovasi Optimalisasi Leach Pad dengan Pemanfaatan Gravitasi merupakan perubahan sub-sistem berupa perubahan rantai nilai (value chain optimization) dengan adanya optimalisasi leach pad yang berdampak pada penurunan peran pompa dan energi pada proses produksi. Inovasi ini juga turut memberikan keuntungan bagi berbagai pihak seperti pada sisi perusahaan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik pada proses produksi, pada sisi konsumen mendapatkan produk yang lebih ramah lingkungan, serta pada sisi supplier listrik mengurangi kerugian akan daya yang terbuang. Anggaran yang diperlukan dalam inovasi ini sebesar Rp0. Inovasi ini menghasilkan dampak positif terhadap lingkungan dengan menghemat energi sebesar 466,56 GJ terhitung periode program April – Juni 2024. Penghematan biaya yang dihasilkan dari inovasi ini mencapai Rp220.259.088.

26	PT. Aneka Tambang (Persero), Tbk. - UBP Bauksit Tayan	Efisiensi Energi Pada Kegiatan OB Stripping dengan Mengganti Metode Dozing Menjadi Metode Shaft
----	--	--

Sebelum program ini dilakukan, belum terdapat metode baru selain menggunakan metode dozing, fungsi bulldozer tidak sesuai yaitu sebagai alat gali dorong bukan sebagai alat gali, dan belum terdapat SOP mengenai penggunaan unit lain selain bulldozer untuk stripping OB. Setelah program dilakukan, produktivitas lebih besar, biaya murah, dan ore ekspose lebih cepat terbuka. Product improvement yang dilakukan melalui program inovasi ini adalah penggantian metode dozing dengan metode shaft, penggantian unit OB stripping bulldozer menjadi unit excavator 330 class juga dilakukan karena produktivitas lebih besar, biaya murah, dan ore ekspose lebih cepat terbuka

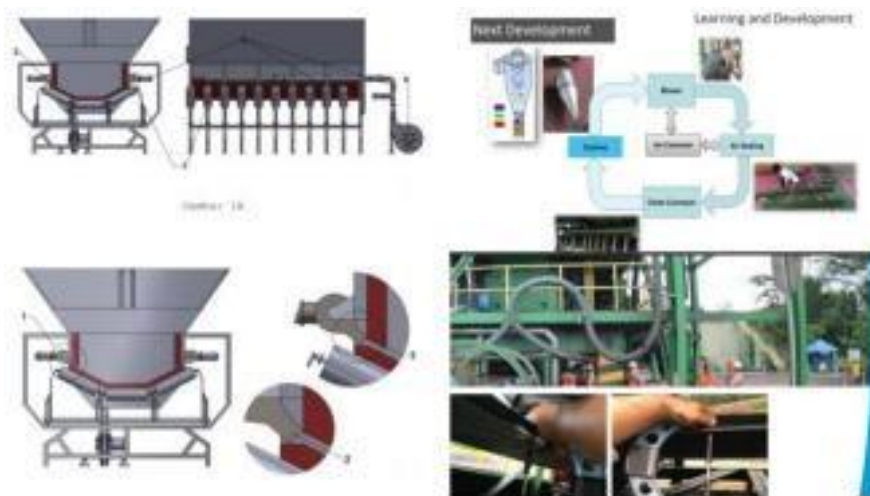


Gambar 5. Skema Program Inovasi Energi

	Nilai tambah dari program ini yaitu berupa penambahan komponen dengan nilai tambah rantai nilai dan keuntungan. Untuk produsen/perusahaan, produktivitas lebih besar, biaya murah, dan ore ekspose lebih cepat terbuka. Bagi konsumen, pasokan bauksit dapat dipastikan lebih stabil dan terjamin. Dengan adanya program inovasi ini, terdapat kontrak dengan supplier alat berat yaitu PT META Estetika Graha Utama (Kontraktor Alat Berat) dan PT Karya Terang (Kontraktor Alat Berat) dengan nilai kontrak sebesar Rp386.636.800.
--	---

27	PT. Gag Nikel	“Pemindahan Stockyard”
Program ini merupakan inovasi penambahan komponen dimana dilakukan peningkatan proses (process improvement) pada proses produksi melalui pemindahan lokasi stockyard. Stockyard yang semula jauh dipindahkan menjadi lebih dekat, sehingga articulated dump truck melewati jarak yang lebih pendek dan konsumsi biosolar menjadi lebih efisien.  Gambar 7 Skema Inovasi Pemindahan Stockyard konsumsi biosolar menjadi lebih efisien. Apabila ditinjau dari LCA, inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses produksi melalui efisiensi pemakaian energi bahan bakar biosolar dalam proses penambangan. Inovasi Program “Pemindahan Stockyard” merupakan pionir yang tidak ditemukan dalam industri. Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa pengurangan konsumsi solar pada tahun 2024 sebesar 143,32 GJ (data hingga bulan Juni) serta penurunan biaya atau penghematan sebesar Rp 79.600.425,00. Selain itu, inovasi ini memiliki nilai tambah perubahan perilaku yaitu meningkatkan kepedulian pekerja terhadap pentingnya upaya efisiensi energi (untuk pegawai perusahaan)serta memberikan dampak positif ke lingkungan dengan berkurangnya pemakaian bahan bakar oleh perusahaan		

28	PT. Indominco Mandiri	Modifikasi Sistem Pembersih Tepi Konveyor
Sistem Rubber Skirt digunakan untuk memusatkan sebagian besar material dan meminimalkan tumpahan batubara. Dimana sering terjadi kerusakan pada bagian antara skirting dan belt conveyor. Untuk itu muncul gagasan untuk memodifikasi rubber skirt dan memasang peniup udara bertekanan tinggi sehingga dapat melindungi conveyor belt dari kerusakan. Melalui ide modifikasi ini, juga dibuat sendiri desain dalam menentukan posisi terbaik dari peralatan pembersih tepi konveyor. Sistem Pembersih Tepi Konveyor (SASS) ini mampu memperpanjang usia pakai belt conveyor dari 26 bulan ke 55 bulan.		



Inovasi ini mampu memberikan dampak lingkungan positif pada efisiensi energi dengan hasil absolut sebesar 1.578,00 GJ per tahun. Inovasi ini juga mampu mengurangi limbah belt conveyor melalui perpanjangan usia pakai peralatan. Inovasi ini juga mampu memberikan perubahan (Value Creation) pada perubahan pelayanan produk batubara yang lebih kompetitif dan lebih optimum sehingga turut mendukung target pengiriman batubara, serta mengurangi paparan debu dari batubara yang dihasilkan. Inovasi ini merupakan cerminan prinsip pertambangan yang baik, memperhatikan asas lingkungan dan keberlanjutan, serta mendukung upaya Life Cycle Perspective

29	PT. Arutmin Indonesia Tambang Satu	RAMEN SPESIAL SI OTONG
-----------	---	-------------------------------

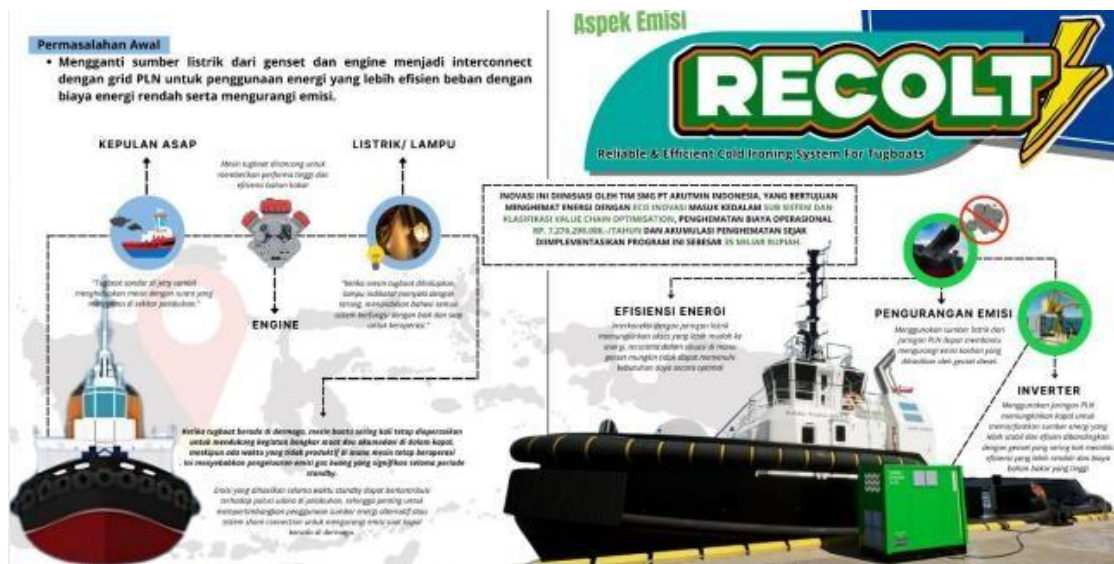
Program inovasi memiliki unsur kebaruan dan belum diimplementasikan pada sektor industri pertambangan sesuai dengan buku best practices dari tahun 2019-2023 yang diterbitkan oleh KLHK RI dan insiasi berasal dari perusahaan sendiri. Dalam konsep circular business model, program ini mengutamakan wasted management system dengan adanya product sharing activities. Program ini berjalan sejak tahun 2023 yang didasarkan pada hasil temuan hotspot kajian LCA pada unit proses Barging.



PT Arutmin Indonesia Tambang Satu sebelumnya melakukan pengantaran dokumen barging complete menggunakan tugboat. Dengan penggantian unit pengantar dokumen menjadi speedboat, dapat mengurangi konsumsi bahan bakar. Program inovasi RAMEN SPESIAL SI OTONG ini memberikan nilai tambah berupa efisiensi waktu yang diperlukan unit untuk pengantaran dokumen ke kapal tongkang setelah kegiatan barging. Konsumsi bahan bakar pun berkurang sehingga menekan biaya operasional. Dari sisi lingkungan, pengurangan konsumsi bahan bakar berbanding

	lurus dengan berkurangnya emisi yang dihasilkan oleh alat berat tersebut. Program inovasi RAMEN SPESIAL SI OTONG ini terbukti mampu menghemat pemakaian bahan bakar sebesar 70.668 liter atau senilai Rp 1.001.140.000 dan berdampak pada efisiensi energi sebesar 759,49 Gjoule/batubara yang dihasilkan. Inovasi ini merupakan cerminan prinsip pertambangan yang baik, memperhatikan aspek lingkungan dan keberlanjutan, serta mendukung upaya Life Cycle Perspective	
30	PT. Bhumi Rantau Energi	Implementasi Teknologi Air Deck dalam Proses Peledakan
Sebelum adanya program, proses peledakan lahan menggunakan metode full column charge dengan seluruh lubang peledak diisi ANFO sebesar 75 kg yang menyebabkan banyaknya kebutuhan set peledak. Setelah adanya program, perusahaan menerapkan teknologi air deck dengan menambahkan kolom udara dalam lubang bor (blast hole) yang mampu meningkatkan daya ledak serta mengurangi isian handak menjadi 50 kg. Dengan demikian, terjadi penurunan konsumsi bahan bakar solar pada proses peledakan lahan. Inovasi ini memberikan perubahan komponen yang berdampak value chain optimization dengan nilai tambah rantai nilai yang dirasakan manfaatnya pada 3 lingkup aspek yaitu sisi perusahaan, supplier dan konsumen. Sebelum Program Setelah Program Pada sisi perusahaan dapat memberikan efisiensi bahan bakar dari operasional peledakan per harinya dengan mengurangi isian handak 25 kg, kemudian dari sisi supplier (mitra kerja kontraktor tambang) dapat meningkatkan produksi yang lebih cepat dan biaya pendapatan kontraktor meningkat menjadi Rp 41.297/ton batubara serta dari sisi konsumen dengan kecepatan produksi yang meningkat sehingga penerimaan batubara kepada konsumen menjadi lebih cepat. Inovasi ini terintegrasi dengan kajian LCA yang berada pada unit proses Drilling & Blasting dan mampu mengurangi dampak Abiotic Depletion Fossil sebesar 2.571,84 MJ. Selain itu, inovasi ini memiliki peluang perbaikan lingkungan akibat penerapan kajian Life Cycle Assessment pada tahap siklus Production dengan kategori Energy minimized. Kemudian dihadapkan pada Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema wasted resources.		

31	PT. Arutmin Indonesia NPLCT	RECOLT
Inovasi RECOLT ini diinisiasikan oleh karyawan PT Arutmin dari departemen SMG bertujuan untuk meningkatkan efisiensi energi proses kapal yang bersandar. Dengan adanya RECOLT, kapal dapat mematikan generator berbahan bakar fosil yang biasa digunakan saat berada di pelabuhan, sehingga mengurangi konsumsi bahan bakar. Data yang diperoleh menunjukkan penurunan signifikan dalam konsumsi bahan bakar karena tugboat tidak lagi harus menjalankan generator pada beban rendah. Konsumsi energi dapat disesuaikan dengan kebutuhan aktual, yang menghasilkan penghematan energi dengan menurunkan nilai intensitas konsumsi energi dari 0.0137 GJ/T menjadi 0.0114 GJ/T.		



Inovasi ini termasuk dalam ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Inovasi ini telah terintegrasi dengan LCA yang menunjukkan hotspot pada unit kegiatan coal barging. Total Penghematan energi rata-rata per tahun sebesar biaya operasional rata-rata Rp 7.276.298.086, - /Tahun. Kegiatan ini telah diverifikasi oleh pihak ketiga dari Universitas Lambung Mangkurat dan dipublikasikan melalui buku dengan ISBN 978-623-7533-99-3 (EPUB).

32 PT. Semesta Centramas

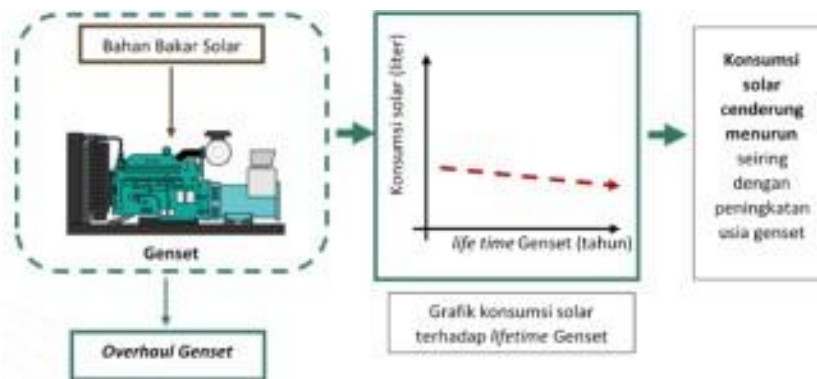
DISPREAD (Pembentukan Final Disposal Kegiatan Land Clearing dengan Metode Direct Spreading)

Sebelum dilakukan inovasi program saat proses land clearing memerlukan sejumlah besar alat berat untuk memindahkan material hasil pembersihan lahan ke lokasi bank soil kemudian penghamparan pada area final disposal. Proses ini memerlukan beberapa tahap yang rumit, termasuk pengangkutan material jarak jauh dan penggunaan bahan bakar dalam jumlah besar untuk mengoperasikan alat-alat tersebut serta waktu operasional yang lebih lama. Setelah dilakukan inovasi program dengan metode Direct Spreading, material hasil land clearing langsung didistribusikan ke lokasi final disposal tanpa memerlukan pengangkutan jarak jauh. Proses ini berhasil meminimalkan penggunaan alat berat seperti truk pengangkut dan bulldoser yang sebelumnya digunakan secara intensif serta pengurangan penggunaan bahan bakar dan emisi karbon.



Pelaksanaan program ini berdampak menurunkan intensitas konsumsi energi per unit produksi. Sebelum inovasi ini diterapkan, konsumsi energi mencapai 6,911,26 GJ, setelah penerapan inovasi, konsumsi berhasil ditekan hingga 3.455,63 GJ dengan penghematan sebesar Rp 1.561.279.200. Program ini berdampak pada perubahan komponen dengan nilai tambah perubahan layanan produk dimana program ini membawa dampak positif bagi Perusahaan berupa penghematan biaya operasional, mengoptimalkan keuntungan untuk pengembangan produksi, peningkatan efisiensi

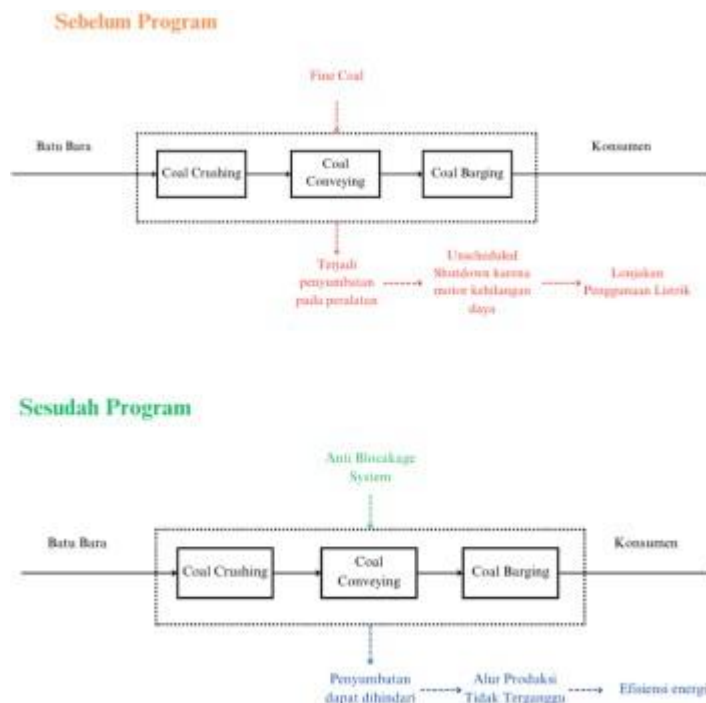
	produksi. Manfaat untuk konsumen yaitu harga produk yang lebih kompetitif, produk dengan jejak karbon lebih rendah dan kualitas udara yang lebih baik.	
33	PT Indonesia Chemical Alumina	Implementasi Metode Dual-Fuel Firing dengan Penggunaan Wood Chips Biomass sebagai Auxiliary Coal Firing
Sebelum adanya program, untuk keperluan aktivitas produksi perusahaan digunakan bahan bakar batubara untuk keperluan firing pada steam boiler dimana batubara yang digunakan adalah 350 derajat celcius dengan jenis bituminus sehingga mengakibatkan tingginya konsumsi energi dari lonjakan energi. Setelah adanya program, perusahaan menerapkan implementasi dual-fuel firing wood chips biomass sebagai auxiliary coal firing dengan starting fire yang dilakukan dengan menggunakan bahan bakar tambahan berupa wood chips untuk mendukung batubara sebagai bahan bakar utama. Selain itu, perusahaan juga melakukan penggantian jenis batubara menjadi sub-bituminous sehingga titik nyala yang digunakan ketika starting fire lebih rendah sebesar 250 derajat.		
The diagram illustrates the process flow for alumina heating. In the 'Sebelum Program' (Before Program) state, bituminous coal (350°C) is fed into a Bunker Boiler (180 minutes), which then feeds into a Steam Boiler, leading to Alumina Heating. The energy intensity is 15.73 GJ/ton. In the 'Setelah Program' (After Program) state, the process is modified to use a dual-fuel system. Bituminous coal (250°C) and Wood Chips (2% of coal) are fed into the Bunker Boiler (180 minutes), which then feeds into a Steam Boiler, leading to Alumina Heating. The energy intensity is reduced to 14.52 GJ/ton.		
Inovasi ini merupakan perubahan Komponen dengan kualifikasi Process Improvement dan nilai tambah perubahan perilaku. Nilai tambah pada produsen (perusahaan) setelah menerapkan wood chips biomass adalah mengurangi konsumsi energi sebesar 195.173,17 GJ. Inovasi ini sudah terintegrasi dengan kajian LCA dimana terletak pada unit Power Plant proses produksi yang memberikan penurunan dampak Abiotic Depletion Fossil sebesar 195.173,17 MJ dan berada tahap siklus Raw Materials dengan kategori Auxiliary Substances. Kemudian dihadapkan pada Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema wasted resources Value Creation dari adanya program ini yaitu dapat menghasilkan efisiensi energi (absolut) sebesar 195.173,17 GJ dan menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 11.828.676.790,72 dari anggaran biaya Rp 1.400.000.000,00 pada tahun 2023.		
34	PT. Mitra Stania Prima - Tambang	“Overhaul Genset”
Program Inovasi Overhaul Genset merupakan tipe inovasi penambahan komponen yang mana dilakukan modifikasi dan perbaikan pada mesin Genset sehingga konsumsi solar terjadi penghematan bahan bakar utama. Sebelum inovasi, genset 1200 KVA yang selama 3 tahun dioperasikan dan tidak pernah dilakukan pemeliharaan dan perawatan sehingga mengakibatkan jumlah solar yang dikonsumsi semakin banyak dalam pengoperasiannya. Maka dilakukan perubahan sistem dengan melakukan overhaul genset sebagai program pemeliharaan dan perawatan terhadap heat engine guna memperbaiki performa genset.		



Gambar 6 Skema Inovasi Overhaul Genset

Inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses Production (produksi) melalui efisiensi pemakaian bahan bakar solar dalam proses produksi sebagai salah satu sumber energi listrik. Selain itu, apabila ditinjau dari Four Types of Wasted Value, inovasi ini berada di siklus wasted lifecycles melalui proses perbaikan dan monitoring sehingga lifetime lebih lama, serta performa dan konsumsi bahan bakar cenderung berkurang. Inovasi ini memiliki nilai tambah perubahan perilaku yaitu meningkatkan kesadaran pekerja terhadap pentingnya upaya efisiensi energi (untuk pegawai perusahaan) serta memberikan dampak positif ke lingkungan dengan berkurangnya pemakaian solar oleh perusahaan

35	PT Borneo Indobara - Pelabuhan (Terminal Untuk Kepentingan Sendiri)	“Penerapan Anti Blockage System untuk Pencegahan Lonjakan Penggunaan Energi Listrik Akibat Unscheduled Shutdown”
	Sebelum adanya inovasi, terjadi lonjakan penggunaan energi listrik yang signifikan yang disebabkan terjadinya sumbatan hopper karena adanya batubara menempel dan menumpuk di dinding hopper mengakibatkan lonjakan kebutuhan energi listrik karena mesin perlu bekerja lebih. Penyumbatan ini dapat menyebabkan unscheduled shutdown dan mengganggu alur produksi. Selain itu perlu dilakukan maintenance pada hopper dan menghidupkan kembali mesin conveyor sehingga kebutuhan energi saat starter awal mesin sangat tinggi. Sesudah adanya inovasi, efisiensi operasional di unit proses dapat terlaksana dengan baik tanpa adanya gangguan unscheduled shutdown dengan melakukan pemasangan vibrator mekanis dan sensor monitoring secara real-time. Sistem ini mulai dengan analisis menyeluruh untuk mengidentifikasi peralatan rentan, seperti conveyor dan sistem pengangkutan, yang sering mengalami penyumbatan akibat fine coal.	

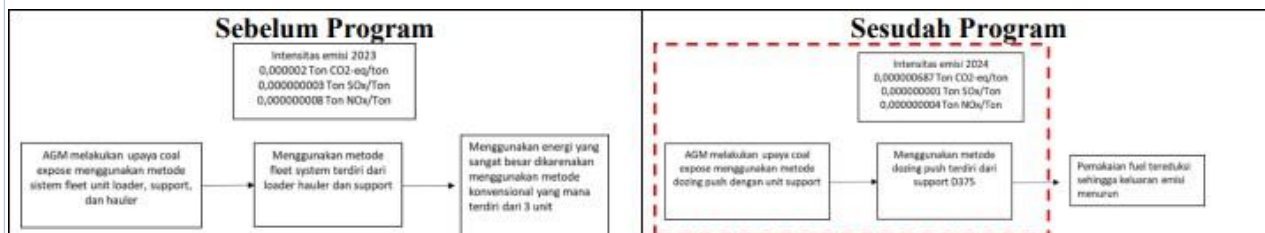


Program inovasi ini termasuk dalam perubahan komponen dengan klasifikasi process improvement karena penerapan anti blockage system untuk mencegah penyumbatan fine coal pada hopper yang menyebabkan lonjakan listrik sehingga perusahaan berhasil menurunkan konsumsi listrik sebesar 140.690 kWh tahun 2024 pada unit power utilities yang memasok energi coal crushing, conveying & barging dan mampu memberikan Nilai tambah layanan produk dimana program ini memberikan dampak bagi supplier, perusahaan dan pembuangan akhir.

B. Penurunan Emisi

No	Nama Perusahaan	Judul Inovasi
1	PT.Adaro Indonesia	Channel Dump Pengelolaan Lumpur Tambang di Hill 11
PT Adaro Indonesia memiliki komitmen dalam melakukan upaya perbaikan lingkungan khususnya terkait upaya penurunan emisi gas rumah kaca (GRK). Pada tahun 2023, PT Adaro Indonesia melakukan implementasi program unggulan di bidang penurunan emisi GRK yaitu program Channel Dump Pengelolaan Lumpur Tambang di Hill 11. Kegiatan ini dilakukan di unit proses OB Stripping. PT Adaro Indonesia berhasil mengurangi emisi yang dihasilkan dari kegiatan operasionalnya dengan menghilangkan 2 excavator dan 1 bulldozer dalam proses pengelolaan lumpur.  Gambar 7. Alur Mekanisme Sebelum (a) dan Setelah (b) Inovasi Berdasarkan uraian deskripsi program ini berdampak pada waste embedded value, dimana dampak lingkungan yang dihasilkan adalah perusahaan berhasil menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 2.822,2 ton CO₂eq pada tahun 2023. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah perubahan rantai nilai (value chain optimisation) dan keuntungan bagi produsen/perusahaan adalah pengurangan emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 2.822,2 ton CO₂eq atau setara dengan penghematan sebesar Rp. 1.219.188.815.		
2	PT. Antang Gunung Meratus	Substitusi Metode Coal Expose dari Load and Haul menjadi Direct Dozing Push pada Area Disposal IPD Utara Seam K-11 dan K-12

Setelah adanya program, perusahaan melakukan perubahan metode coal expose dari Load and Haul menjadi Direct Dozing Push yang mengeliminasi pemakaian alat berat yaitu excavator dan hauler dimana mampu mengeliminasi penggunaan bahan bakar yang berdampak pada penurunan emisi serta meningkatkan produktivitas. Inovasi ini termasuk dalam kategori Perubahan Komponen dengan klasifikasi Process Improvement dan memiliki nilai tambah perubahan layanan produk dimana memberikan dampak bagi produsen (perusahaan), supplier dan pembuangan akhir..

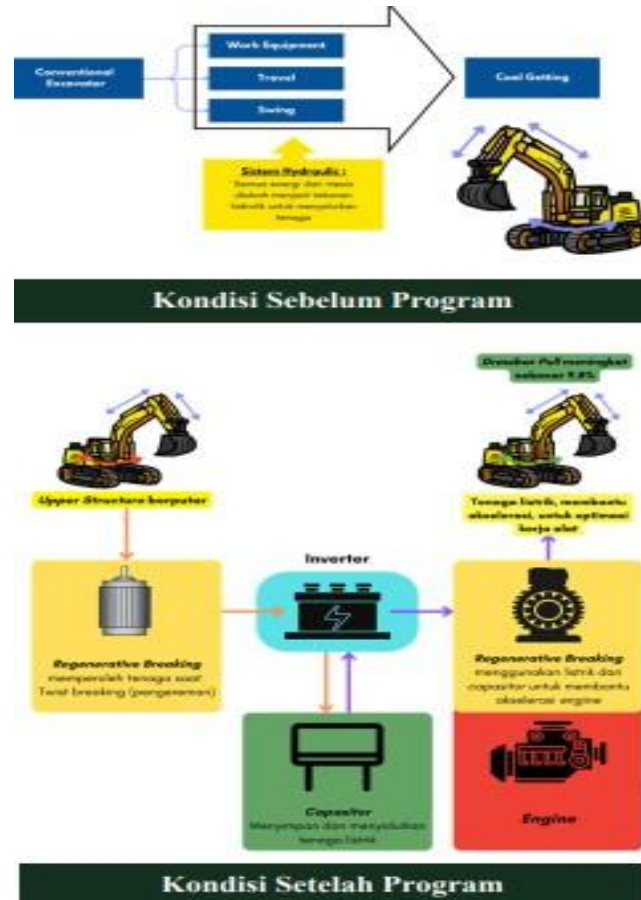


Inovasi ini terintegrasi dengan kajian LCA yang berada pada unit proses OB & Soil Removal dan menurunkan dampak Global Warming Potential sebesar 60.840 Kg CO₂ ek dan berada pada tahap siklus Production dengan kategori Energy minimized. Kemudian dihadapkan pada Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema wasted lifecycle. Value creation dari adanya program ini yaitu dapat menghasilkan penurunan emisi (absolut) sebesar 60,84 ton CO₂eq dan menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 1.830.000 dari anggaran biaya Rp 10.000.000 pada tahun 2024.

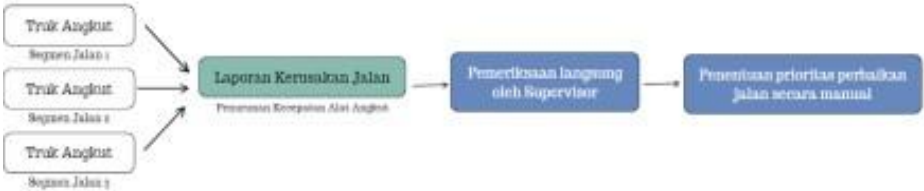
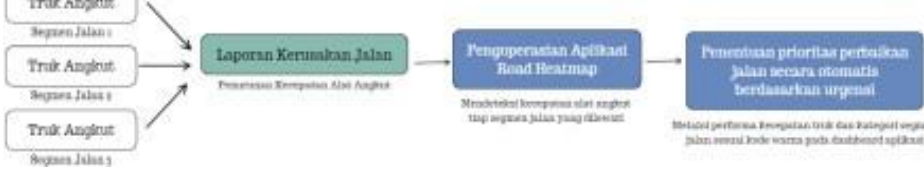
3 PT. Berau Coal - Site Binungan

“Implementasi Teknologi Regenerative Braking pada Excavator untuk Menurunkan Pemakaian Solar dan Menaikkan Max. Drawbar Pull Sebesar 9,8%”

Sebelumnya PT Berau Coal Site Binungan menerapkan operasional tambang menggunakan excavator konvensional (PC 300). Excavator konvensional bekerja dengan sistem hydraulic, dimana semua energi dari mesin diubah menjadi tekanan hidrolik untuk menyalurkan tenaga. Unit ini dikerahkan pada beberapa area di proses coal getting. Target produksi yang meningkat secara konsisten setiap tahun, menimbulkan peningkatan pemakaian solar secara signifikan. Selain itu karena cakupan area tambang Site Binungan cukup luas dengan permukaan yang terjal, dibutuhkan drawbar pull yang cukup besar untuk beroperasi. Drawbar pull merupakan ukuran dari seberapa kuat excavator dapat menarik atau menggerakkan dirinya sendiri, terutama ketika beroperasi di medan berat atau tidak rata.



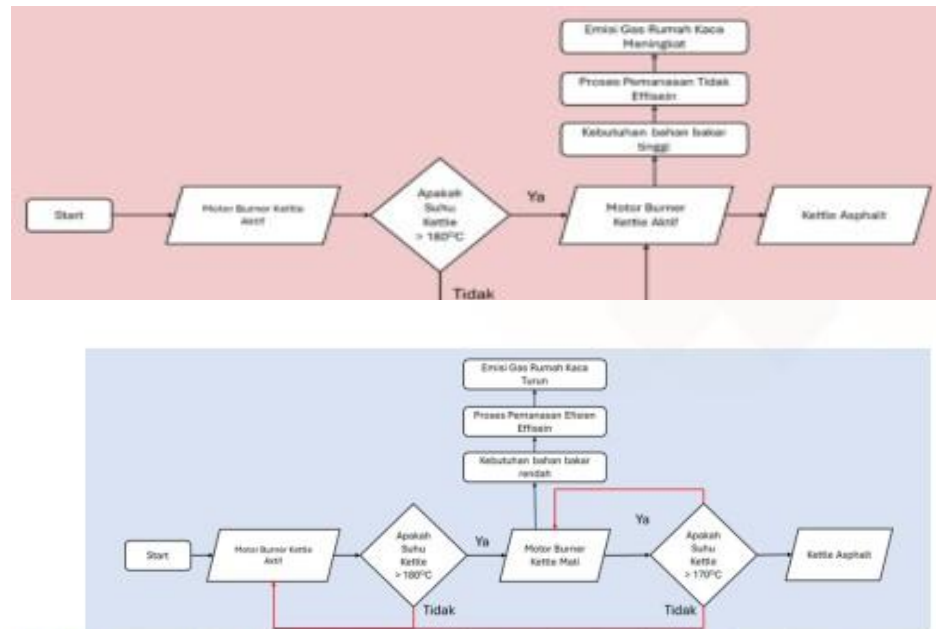
Inovasi ini merupakan program yang masuk ke dalam kategori Perubahan Komponen dengan klasifikasi Process Improvement dimana Site Binungan memanfaatkan teknologi Regenerative Braking sehingga dapat menurunkan timbulan emisi yang disebabkan penggunaan excavator. Inovasi ini memberikan nilai tambah yaitu Perubahan Layanan Produk dimana memberikan dampak bagi Perusahaan, Konsumen dan Supplier. Dampak positif bagi Perusahaan yaitu efisiensi bahan bakar sebesar 306.600 liter. Sedangkan bagi Konsumen, seluruh demand nya dapat terpenuhi, karena proses operasional berjalan dengan baik. Selain itu, Supplier (kontraktor) bisa bekerja lebih optimal, karena frekuensi pengisian bahan bakar jauh lebih rendah dari sebelumnya..

4	PT. Kaltim Prima Coal	Optimalisasi Efisiensi Bahan Bakar dengan Meningkatkan Kecepatan Alat Angkut Menggunakan Aplikasi “Road Heatmap”
Sebelum dilakukan perbaikan, kondisi jalan tambang yang tidak bisa diprediksi dan informasi prioritas jalan yang harus diperbaiki terbatas mengakibatkan tidak optimalnya produktifitas alat angkut. Bila alat angkut melewati jalan yang tidak baik maka akan mempengaruhi kecepatan alat angkut, waktu tempuh, dan produktifitas atau efisiensi pengoperasian alat angkut. Penurunan kecepatan alat angkut akan memperpanjang waktu tempuh alat angkut sekaligus meningkatkan konsumsi bahan bakar dan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang dirilis ke atmosfer.		
SEBELUM PROGRAM		
		
SESUDAH PROGRAM		
		
Setelah dilakukan perbaikan, Penggunaan Road Heatmap App memberikan informasi tentang kondisi jalan tambang dan prioritas perbaikan jalan pada berbagai segmen jalan. Penggunaan aplikasi dapat memberikan informasi performa kecepatan truk dan menentukan kategori segmen jalan berdasarkan urgensi untuk perbaikan. Aplikasi ini dapat membantu pengawas dalam perencanaan alokasi alat bantu dan pelaksanaan perbaikan berdasarkan prioritas penurunan kecepatan dan produktifitas alat angkut yang sudah ditunjukan secara otomatis dalam dashboard aplikasi. Pengawas akan melakukan review berkala peningkatan kecepatan dan produktifitas alat angkut setelah dilakukan perbaikan. Adanya inovasi ini memberikan beberapa manfaat diantaranya: • Efektivitas pemeliharaan jalan angkut menggunakan produk digital. • Meningkatkan waktu respon pengawas dalam pemeliharaan jalan tambang. • Optimalisasi peningkatan kecepatan alat angkut. • Efisiensi konsumsi bahan bakar dan energi. • Pengurangan dampak emisi gas rumah kaca		

5 PT Kideco Jaya Agung

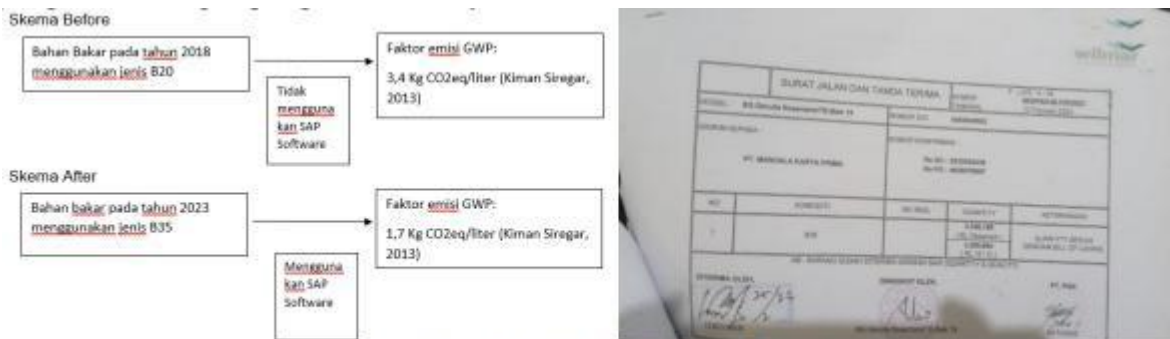
”Modifikasi Sistem Pencairan Asphalt Dengan Smart Kettle”

Kideco dalam mendukung kegiatan operasional dalam menurunkan beban emisi khususnya kegiatan hauling batubara, Kideco melakukan pengaspalan jalan hauling dari Silo ke pelabuhan TMCT. Pengaspalan pada jalan hauling dilakukan sepanjang 40 Km. PT Kideco Jaya Agung dalam menunjang atkfitas perbaikan jalan telah memiliki fasilitas Asphalt Mixing Plant. Sesuai dengan dokumen Life Cycle Assessment “LCA”, pada fasilitas penunjang khususnya pada Kegiatan Road Maintenance pada ruang lingkup Scope Gate. Berdasarkan dokumen LCA KIDECO, kegiatan pada Fasilitas Penunjang menghasilkan 0,151 Kg Eq CO₂ / 1 Ton Batubara sehingga perlu dilakukan program inovasi untuk menurunkan dampak Lingkungan (GWP).



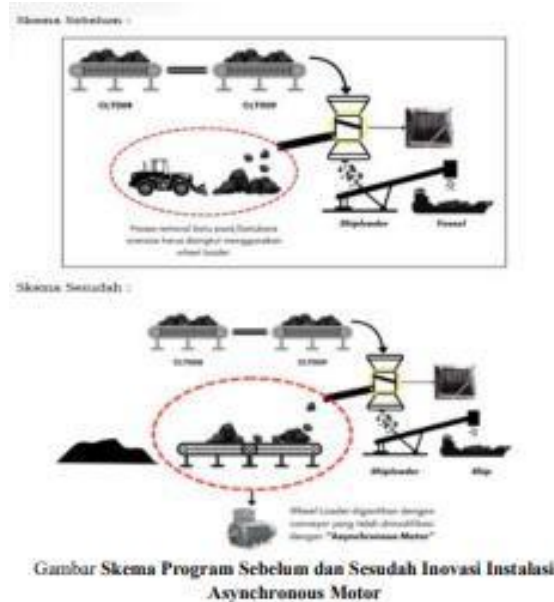
Gambar 8 Flow Process Diagram Pemanasan Asphalt Manual Pada Unit Asphalt Kettle Automatic (Setelah Inovasi)

Program Modifikasi Sistem Pencairan Asphalt dengan Smart Kettle dilaksanakan di Unit Road Maintenance yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2023 dan Kajian tahun 2024 pada ruang lingkup kajian Cradle to Grave dan kegiatan inovasi berada di lingkup Gate. Dalam Life Cycle Assessment produk batubara, unit Road Maintenance masuk dalam peluang perbaikan kajian LCA di ruang lingkup Production.

6	PT. Mandiri Intiperkasa	BSM (Beyond Smart Mining)
Sejak Tahun 2020 PT Mandiri secara keseluruhan beralih menggunakan Biodiesel B30, tidak berhenti disitu, PT Mandiri Intiperkasa terus mengintegrasikan untuk terus beralih ke program lebih ramah lingkungan. Sejak tahun 2023, PT Mandiri Intiperkasa menggunakan bahan bakar jenis B35. Dengan penggantian ini maka menyebabkan penurunan emisi. Dalam sistem ini, PT Mandiri Intiperkasa memberikan reward kepada perusahaan kontraktor dalam upaya penurunan beban emisi sehingga sekarang menggunakan bahan bakar B35 yang sebelumnya di tahun 2028 menggunakan bahan bakar solar jenis B20. Inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor Penambangan Batubara atau Menurut Best Practice 2020-2024 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan belum pernah diimplementasikan di sektor Penambangan Batubara.		
 The diagram illustrates the transition from B20 to B35 fuel and the use of SAP software to reduce emissions. It is divided into two parts: 'Skema Before' and 'Skema After'. In the 'Skema Before' part, a box labeled 'Bahan Bakar pada tahun 2018 menggunakan jenis B20' points to a box labeled 'Faktor emisi GWP: 3,4 Kg CO2eq/liter (Kiman Sreagar, 2013)'. A box labeled 'Tidak menggunakan SAP Software' is also present. In the 'Skema After' part, a box labeled 'Bahan bakar pada tahun 2023 menggunakan jenis B35' points to a box labeled 'Faktor emisi GWP: 1,7 Kg CO2eq/liter (Kiman Sreagar, 2013)'. A box labeled 'Menggunakan SAP Software' is also present. To the right of the diagram is a photo of a document titled 'BUKUT JALAN DAN TANDA TERIMA' with various fields and signatures. Gambar 3 Transisi Pemakaian B35		
Program BSM (beyond Smart Mining) berdampak pada perubahan komponen dimana terdapat penggantian bahan bakar pada proses produksi dengan penjelasan sebagai berikut: i. Kondisi sebelum adanya program: penggunaan energi menggunakan bahan bakar B20. ii. Kondisi setelah adanya program: penggunaan energi menggunakan bahan bakar B35 dan terintegrasi dengan software SAP. Product improvement yang dilakukan melalui program inovasi ini adalah penurunan beban emisi. Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa efisiensi energi pada tahun 2023 sebesar 66.864,69 Ton CO2 eq yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 4.106.294.130.		

7	PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. - Unit Pelabuhan Tarahan	Re-Design Proses Batupack Removal Dengan Instalasi Asynchronous Motor Untuk Memindahkan Produk Offspec
---	---	--

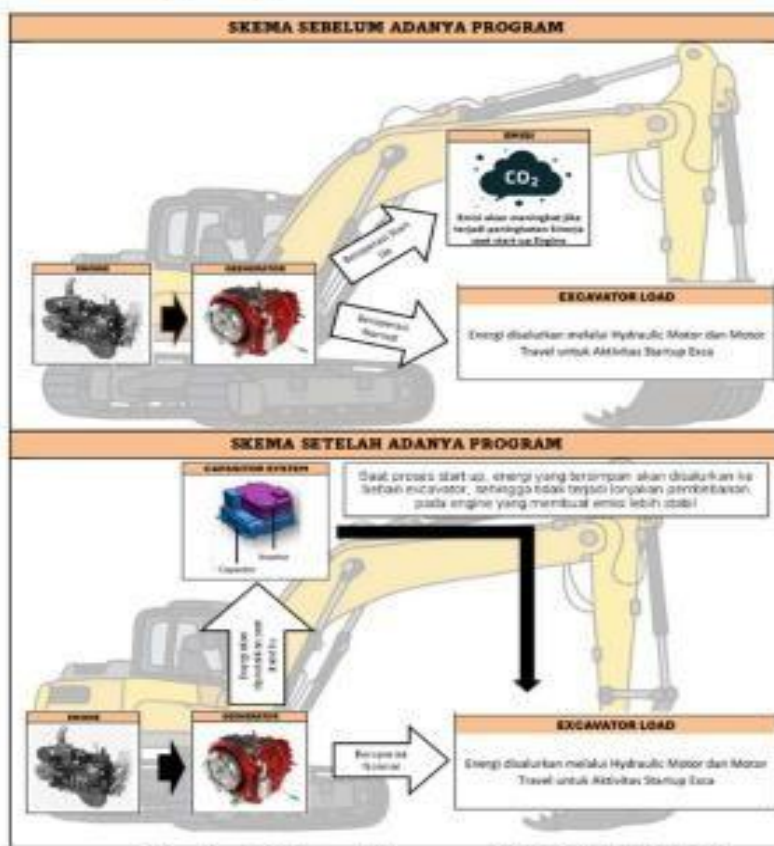
Sebelum program berjalan, proses removal batupack dan produk oversize yang dihasilkan oleh unit CLT009 masih menggunakan wheel loader dan dipindahkan menuju tumpukan batubara. Proses ini membutuhkan waktu yang cukup lama dan seringkali terjadi overload hingga berceceran di area jalan utama dermaga. Proses ini menimbulkan masalah munculnya debu dari batubara yang timbul akibat dari hauling pada stockpile. Hal ini sangat mengganggu mobilitas dan meningkatkan resiko kecelakaan pada area tersebut. Pemakaian wheel loader juga mengkonsumsi energi dari bahan bakar solar yaitu sebesar 39.048,75 liter/tahun atau setara dengan 104,17 Ton CO₂eq/Tahun



Setelah program berjalan, dilakukan Optimalisasi Proses Batupack Removal dengan memanfaatkan teknologi Asynchronous Motor. Setelah adanya program ini alat berat berupa wheel loader dapat dieliminasi dari proses batupack removal, dampak lain yang dirasa adalah tereliminasi debu dari proses pengangkutan batubara pada stockpile. Inovasi ini merupakan perubahan Komponen dengan klasifikasi Process Improvement dan memiliki nilai tambah rantai nilai yang memberikan dampak kepada perusahaan, supplier, konsumen, dan pembuangan akhir. Program inovasi ini juga sudah terintegrasi dengan LCA pada tahun 2024 yang terletak pada unit proses Conveyor Loading 1 dan menurunkan dampak Global Warming Potential 105.601,51Kg CO₂eq. Selain itu program ini berada pada tahap siklus Production dengan Kategori energy minimized. Kemudian dihadapkan pada Circular Business Model inovasi ini tergolong pada wasted resources dimana terdapat pengurangan pemakaian bahan bakar fosil dikarenakan adanya inovasi ini.

8	PT. Arutmin Indonesia Tambang Kintap	SI KAPUR TOHOR (SISTEM SUPPORT CAPASITOR UNTUK START UP EXCAVATOR)
---	--------------------------------------	--

Program ini mempunyai dampak dalam perubahan komponen yang dilakukan dengan Process Improvement dengan penambahan sistem kapasitor pada sistem excavator. Hal ini membuat terjadinya efisiensi konsumsi bahan bakar yang akan meningkat pada saat unit start up menjadi berkurang setelah ditambahkan sistem kapasitor, dikarenakan energi yang tersimpan selama unit stand by akan disimpan di dalam sistem kapasitor dan disalurkan untuk membantu pengoperasian unit saat start up yang menyebabkan terjadi pengurangan



Gambar 6 Ilustrasi Program SI KAPUR TOHOR

Inovasi memiliki nilai tambah pada perubahan layanan produk, bagi perusahaan di tahun 2023 berdampak pada pengurangan emisi gas rumah kaca 0,00000135 ton CO₂-eq/unit, yang setara dengan penurunan emisi 250,45 Ton CO₂-eq/tahun. Bagi Supplier Jasa Pengangkutan terjadi dengan efisiensi perawatan unit Excavator dan mengurangi konsumsi bahan bakar 68.985 liter yang setara dengan penghematan biaya Rp 1.722.003.570,-. Program- program inovasi PT Arutmin Indonesia Tambang Kintap

9

PT. Asmin Bara Bronang

Mud Vessel HD-785

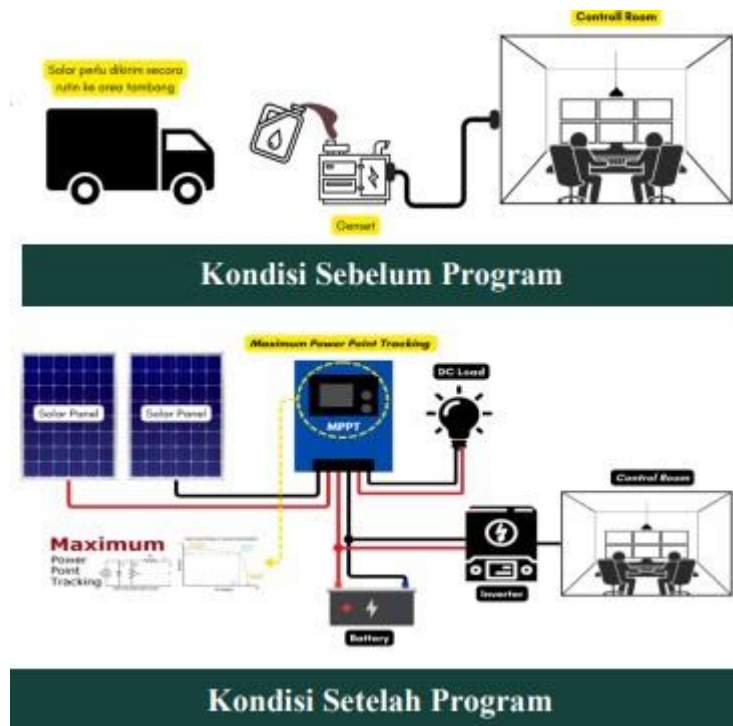
Program inovasi ini dijalankan dengan menambahkan volume pada HD-785 yaitu dengan menambahkan panjang vessel 633cm, lebar vessel 574cm, dan tinggi 60cm. Hal ini sangat berpengaruh terhadap volume lumpur yang di angkut hingga 47.9 BCM. Inovasi ini secara langsung mengoptimalkan kerja dari HD-785 dengan meningkatkan productivity untuk mengangkut lumpur. Dengan volume diangkut yang lebih banyak dan fuel consumption yang relatif sama dengan asumsi jarak buang 3.500 m, inovasi ini banyak mengurangi penggunaan energi dan pengurangan emisi yang dihasilkan dari HD-785.



Inovasi ini mendorong untuk lebih maju dibidang menanggulangi pemanasan global dengan cara menggunakan energi baru dan terbarukan atau green energy. Inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada tambang batubara atau Menurut Best Practice 2018- 2023 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan belum pernah diimplementasikan di sektor tambang batubara. Inovasi ini mendorong untuk lebih maju dibidang menanggulangi pemanasan global dengan cara menggunakan energi baru dan terbarukan atau green energy. Inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada tambang batubara atau Menurut Best Practice 2018- 2023 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan belum pernah diimplementasikan di sektor tambang batubara.

10	PT. Berau Coal - Site Lati	“Penerapan Teknologi Maximum Power Point Tracking (MPPT) pada Control Room”
----	----------------------------	---

Sebelumnya, PT Berau Coal Site Lati menggunakan genset diesel untuk operasional control room yang berfungsi 24 jam sehari mengawasi area tambang, menghasilkan kebutuhan energi tinggi dan emisi signifikan. Lokasi yang jauh menyebabkan seringnya keterlambatan pengiriman solar, yang mengakibatkan shutdown dan gangguan serius pada pengawasan tambang. Pada tahun 2023, operasional control room membutuhkan 129.823 liter solar, menghasilkan emisi sebesar 1.166,95 ton CO₂eq.



Program yang masuk ke dalam kategori perubahan Komponen dengan klasifikasi Process Improvement dimana Site Lati memanfaatkan teknologi Maximum Power Point Tracking sehingga dapat menurunkan timbulan emisi yang disebabkan penggunaan solar dari genset. Inovasi ini memberikan nilai tambah yaitu Perubahan Layanan Produk dimana memberikan dampak bagi Perusahaan dan Konsumen. Dampak positif bagi Perusahaan yaitu efisiensi energi sebesar 11.232 kWh liter dan menghasilkan penghematan biaya pada tahun 2023 sebesar Rp 16.226.870,40. Sedangkan bagi Konsumen, seluruh demand nya dapat terpenuhi, karena proses pengawasan di area tambang berjalan dengan baik

11 PT. Multi Harapan Utama

“Waterfill Otomatis untuk Efisiensi Fuel, Efektivitas Waktu, dan Minimalisir Potensi Kontaminasi Limbah B3”

Kondisi jalan area operasional pit GTR, pit WEST dan jalan hauling GTR sering berdebu tebal dan memerlukan support water truck (WT) yang cepat agar operasional produksi berjalan lancar dan aman, namun proses pengisian WT memakan waktu cukup lama karena operator harus naik/turun untuk menghidupkan dan mematikan waterfill secara manual, untuk mengurangi delay proses tersebut, dalam prakteknya terkadang waterfill dibiarkan tetap running meskipun tidak sedang digunakan selain itu waterfill juga sering mengalami trouble/breakdown sehingga durasi proses pengisian WT semakin panjang.



Inovasi ini berdampak pada penurunan emisi GRK sebesar 86.736 Ton CO₂eq, dan penurunan konsumsi solar sebesar 34,126 liter/tahun sehingga terjadi penghematan biaya pembelian biosolar sebesar Rp 528.953.000/tahun serta pengurangan penggunaan oli sebesar 150 liter/tahun, sehingga total biaya penghematan biosolar dan oli dengan adanya program inovasi ini sebesar Rp 516.408.000/tahun. Juga terjadi peningkatan nilai moral dan perubahan perilaku akibat adanya otomatisasi waterfill yaitu proses produksi lebih optimal akibat dari menurunnya durasi pengisian WT sehingga pekerjaan yang dilakukan lebih efisien dan aman bagi operator. Berdasarkan kajian LCA, inovasi ini memberikan penurunan potensial dampak lingkungan sebesar 10,76% untuk kategori dampak Global Warming Potential (GWP).

12	PT. Aneka Tambang (Persero), Tbk. - Unit Bisnis Pertambangan Nikel Maluku Utara (Buli)	PARTICLE REDUCTION HEATING : OPTIMALISASI PROSES PREPARASI SAMPEL
----	--	---

Permasalahan Awal pada proses preparasi sampel sebelumnya dimana penggunaan bahan bakar dan listrik yang intensif untuk pemanasan dan pengeringan sampel menyebabkan emisi gas rumah kaca yang tinggi. Selain itu, durasi proses yang panjang mengakibatkan penundaan dalam tahap blending, pemuatan kapal, dan analisis laboratorium, sehingga berdampak pada peningkatan biaya operasional. Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi adalah sebagai upaya pengurangan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari proses preparasi sampel PT ANTAM Tbk, UBP Nikel Maluku Utara berkomitmen untuk memperbaiki lingkungan berdasarkan kebijakan perusahaan tentang penurunan emisi gas rumah kaca. Sebelum adanya program inovasi ini, durasi proses yang panjang untuk preparasi sampel mengakibatkan penundaan dalam tahap blending, pemuatan kapal, dan analisis laboratorium, sehingga berdampak pada peningkatan biaya operasional.



Gambar 7. Sebelum dan Sesudah Program Inovasi Penurunan Emisi

Dalam Life Cycle Assessment produk bijih nikel, kegiatan ini termasuk dalam ruang lingkup fasilitas penunjang berkaitan produksi. Penerapan inovasi PT ANTAM Tbk UBPN Maluku Utara telah berkontribusi pada ekonomi sirkular (circular economy) pada kategori Wasted Embedded Value pada Four Type of Wasted Value, dimana terdapat pengurangan konsumsi bahan bakar dan pengurangan emisi gas rumah kaca dari kegiatan sample preparation.

13	PT Aneka Tambang Tbk. - UBPE Pongkor	Metode DUPLO (Double Pump Optimization) untuk Pengurusan Bak Settling Pond II di Area Backfill Dam Pondok Batu
----	--------------------------------------	--

Penggunaan alat berat berbahan bakar solar pada proses pengurasan di bak settling pond II dan penggunaan dump truck berbahan bakar solar untuk pengiriman lumpur ke TSF memiliki faktor masalah utama pada beban emisi yang dihasilkan. Selain itu jarak pengangkutan yang jauh, biaya perbaikan yang besar karena kerusakan, masih tersisa lumpur di bak. Sebelum adanya program, proses pengerukan lumpur di settling pond II menggunakan excavator yang dapat merusak struktur bak, memakan waktu lama, dan menghasilkan emisi tinggi karena alat berat berbahan bakar solar. Banyak lumpur tertinggal di bak, sehingga hasil pengurasan tidak maksimal. Setelah implementasi program, pengurasan settling pond II menggunakan metode double pump yang menghubungkan Pompa DP 15 dengan Pompa Warman 6/4, memindahkan lumpur ke bak Slurry Backfill Dam.



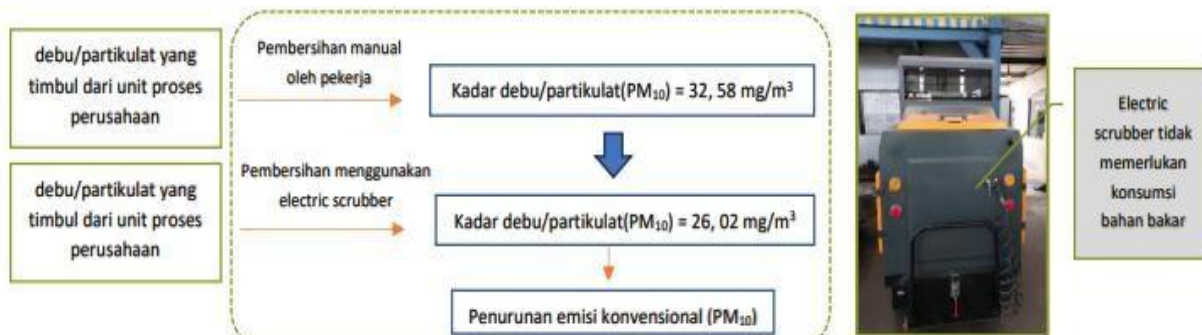
Gambar 7. Skema Perubahan Program Metode DUPLO

Nilai tambah dari program ini berupa Perubahan Perilaku, dimana perusahaan merasakan keuntungan berupa penghematan dalam biaya operasional pengurasan bak settling pond dari penggantian metode pengurasan. Pihak supplier yaitu PT. Jaya Raya Teknik mendapatkan manfaat dengan pekerjaan maintenance pompa yang digunakan dalam proses pengurasan bak. Dampak Lingkungan yang dihasilkan berupa pengurangan pencemaran udara sebesar 2,06 Ton CO₂Eq. Pada Tahun 2023 yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp. 31.826.000 /Tahun

14 PT. Mitra Stania Prima

“Electric Scrubber for Dust Reduction”

Program ini merupakan inovasi penambahan komponen untuk peningkatan proses (process improvement) pada sistem pembersihan debu atau partikulat (PM10) di area kerja produksi melalui penggantian sistem pembersihan debu. Sebelum program, debu atau partikulat (PM10) yang berasal dari kegiatan penerimaan pasir timah (ore) dan pencampuran material dibersihkan dengan cara konvensional oleh pekerja. Cara ini memakan waktu yang lama dan dinilai tidak efektif. Maka dari itu, inovasi dilakukan dengan melakukan penggantian alat pembersih berupa electric scrubber ramah lingkungan yang tidak memerlukan adanya konsumsi bahan bakar sehingga mengurangi emisi yang dihasilkan. Melalui program ini, konsumsi solar dapat berkurang dan efisiensi energi dapat tercapai. Selain itu, alat ini juga dapat menyerap air kotor serta kotoran yang terangkat oleh sikat atau pad penggosok sehingga telah terbukti efektif mengurangi kadar debu atau partikulat (PM10) di area produksi.



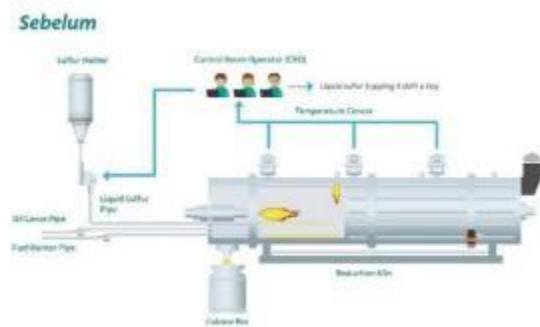
Gambar 10 Skema Inovasi Electric Scrubber for Dust Reduction

Dampak perbaikan lingkungan yang dihasilkan melalui program ini yaitu penurunan emisi konvensional sebesar 0,017 Ton PM10 pada tahun 2023 serta penghematan sebesar Rp 111.041,08. Selain itu, inovasi ini juga memberikan nilai tambah perubahan perilaku terhadap perbaikan lingkungan dengan mengurangi timbulan emisi partikulat (PM10) serta mempermudah pekerjaan karyawan dalam pembersihan debu/partikulat sehingga efisiensi pekerjaan dan Kesehatan pekerja meningkat

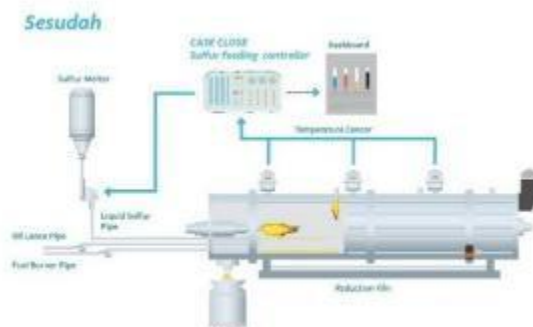
15 PT. Vale Indonesia, Tbk.

Program Cascade Control For Sulfur Injection (CASE CLOSE)

Sebelum program inovasi CASE CLOSE diimplementasikan di PT Vale, pengaturan penambahan sulfur pada produk calcine dilakukan secara manual oleh manusia sehingga menyebabkan injeksi sulfur berlebih (tidak sesuai dengan kebutuhan). Hal ini menyebabkan SO2 yang diemisikan akan besar yaitu sekitar 107.818-ton SO2/tahun. Program inovasi CASE CLOSE merupakan program yang muncul dari internal PT Vale Indonesia dimana program tersebut melakukan perubahan pengaturan penambahan sulfur dilakukan dengan logic / sistem otomatis terhadap rasio penambahan sulfur dengan menyesuaikan flow rate dari calcine. Sehingga jumlah sulfur yang diinjeksikan bergantung pada jumlah material calcine yang diproses.

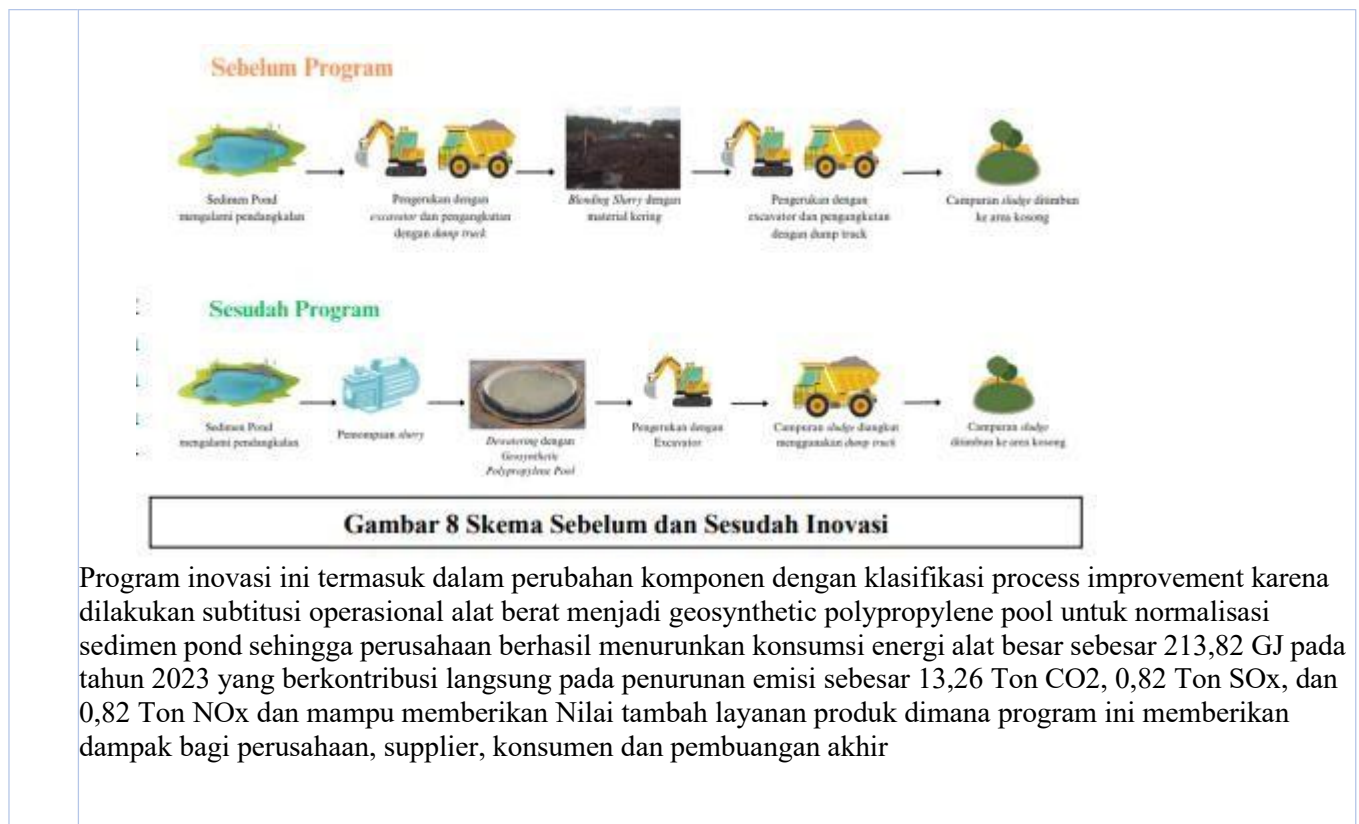


Gambar 7. Ilustrasi sebelum program CASE CLOSE

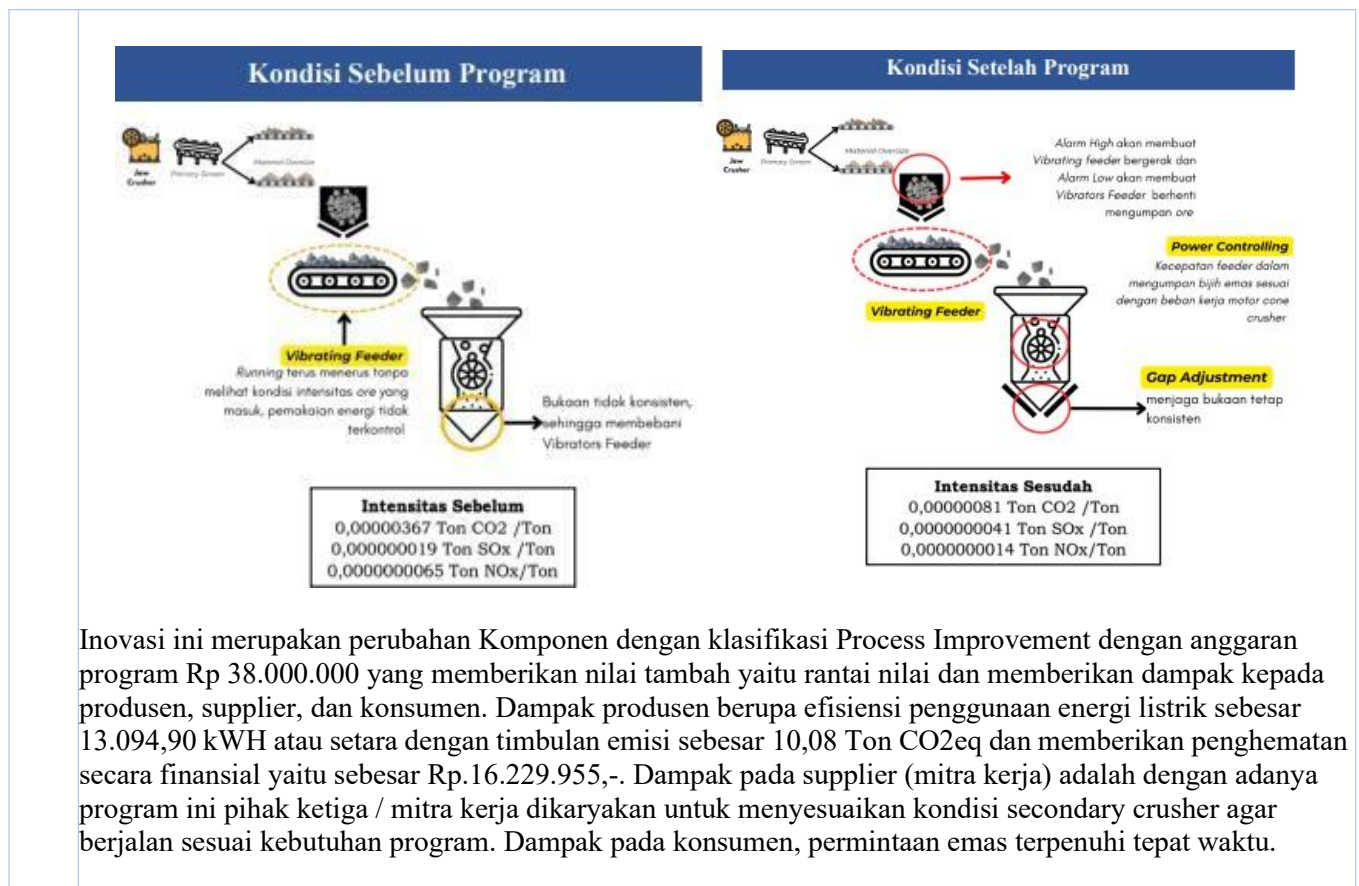


Gambar 8. Ilustrasi sesudah program CASE CLOSE

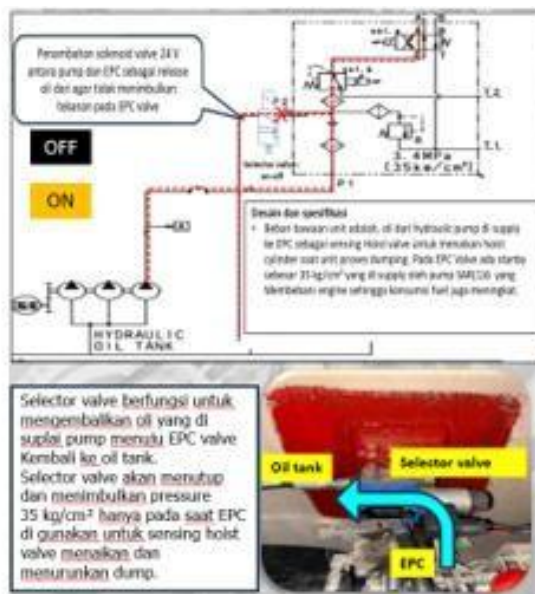
	Implementasi inovasi program CASE CLOSE merupakan perubahan sub-sistem karena berdampak pada sebagian sistem yang berada pada proses produksi PT Vale. Dimana dilakukan perubahan sistem injeksi sulfur secara gigantis pada keseluruhan sistem (5 Unit) Reduction Kiln. Selain itu, program ini juga memiliki nilai tambah atau Value Chain Optimization yang memberikan keuntungan tidak hanya pada internal perusahaan, melainkan pihak-pihak lain (stakeholders) yang ada pada rantai nilai produk yaitu pihak pengangkutan sulfur dan penyedia alat dan software Internet of Think (supplier) maupun pembeli produk nikel matte (konsumen).	
16	PT Bukit Asam (Persero) Tbk - Unit Pertambangan Tanjung Enim.	Ecolift, Wetland for Heavy Equipment Efficiency
Kondisi setelah adanya program, pengurusan KPL dilakukan pada 1 kompartemen berdimensi khusus sebelum wetland sehingga mengurangi waktu mobilitas perpindahan ekskavator antar kompartemen dalam pengurusan sedimen sebesar 30 menit/hari dan menurunkan jarak angkut sedimen ke disposal sejauh 600 m. Dengan optimalnya kinerja Excavator dan dump truck didapat penurunan penggunaan BBM sebesar 10.992 liter sekaligus penurunan emisi sebesar 28,69 tCO₂e. Jam jalan excavator setelah adanya program selama 7,5 jam/hari. Jarak angkut dump truck setelah adanya program sejauh 400 m.		
 0. Ilustrasi kondisi sebelum dan sesudah program <i>Ecolift, Wetland for Heavy Equipment Efficiency</i>		
Nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa perubahan komponen (process improvement) yang diperoleh dari program EcoLift, Wetland for Heavy Equipment Efficiency adalah menurunkan biaya operasional > 6,25%, meningkatnya kesehatan dan kesiapan operator excavator dalam bekerja dengan cara menggunakan waktu yang terpankas untuk istirahat, memberikan kepastian proses produksi sesuai Good Mining Practice serta Perusahaan lebih bertanggung jawab terhadap pengelolaan lingkungan dengan menerapkan pola penambangan yang mengedepankan aspek ramah lingkungan.		
17	PT Borneo Indobara	“Re-Mapping Proses Drying Mud Dengan Pembentukan Mud Cake Menggunakan Geosynthetic Polypropylene Pool”
Sesudah program inovasi, untuk mengurangi operasional alat berat, yaitu excavator dan dump truck pada proses normalisasi sedimen dilakukan dengan mengimplementasikan drying system menggunakan geosynthetic polypropylene pool. Teknologi ini terdiri dari struktur kolam baja melingkar yang dibangun dari rangka baja galvanis yang dilapisi dengan kain filter polypropylene berteknologi tinggi untuk menyaring air dengan pengendapan alami dan gravitasi dan mengalirkan air keluar dari kolam, sementara padatan tetap berada di dalam kolam. Sehingga dapat mengurangi operasional alat berat saat penggalian sedimen pond dan pencampuran material basah dengan material kering. Jumlah ritasi dump truck dalam pemindahan material sedimen juga berkurang karena jumlah material yang diangkut dalam keadaan kering dapat lebih banyak daripada material basah.		



18	PT. Agincourt Resources	“Advanced Process Control pada Secondary Crusher untuk Mengurangi Beban Vibrating Feeder”
Sebelum adanya program, Kondisi secondary crusher bekerja selama terus menerus dengan menuangkan material bijih emas pada vibrating feeder. Akibat dari kegiatan ini menimbulkan overhear pada mesin yang dapat menyebabkan kondisi shutdown pada sistem secondary crusher. Sesudah adanya program, Dilakukan integrasi dengan menerapkan power controlling dan gap adjustment pada secondary crusher dengan menggunakan system Advanced Process Control (APC). System Advanced Process Control (APC) bekerja dengan mengawasi data secara real time yang nantinya akan berlangsung secara otomatis untuk Power Controlling dan Gap Adjustment agar proses crusher akan bekerja secara optimal.		



19	PT. Mitrabara Adiperdana, Tbk.	“Menurunkan fuel burning HD 785-7 efek dari pembebanan hydraulic system pada engine”.
Perubahan yang dilakukan adalah pada sub sistem berupa <i>value chain optimization</i> (optimasi rantai nilai) yaitu pada sumber energi pembakaran (bahan bakar) pada HD785-7 yang sebelumnya menggunakan EPC sebagai <i>sensing hoist valve</i> untuk menaikkan hoist cylinder saat unit proses dumping. Pada EPC valve ada standby pressure sebesar 35 kg/Cm² yang disupply oleh pump SAR (1) 6 yang membebani engine. Sehingga konsumsi fuel juga meningkat. Dari temuan tersebut, terdapat ide perbaikan untuk mengurangi kerja pompa hidrolik agar engine tidak terbebani dan mengurangi konsumsi fuel untuk proses pembakaran engine yang merubah energi panas menjadi energi mekanis. Sehingga sesudah perbaikan EPC valve dapat mengalami penurunan stanby pressure sebesar 25 kg/cm² sehingga tekanan pada engine berkurang dan menghemat konsumsi fuel.		



Gambar 9 Skema Program Inovasi Penurunan Emisi

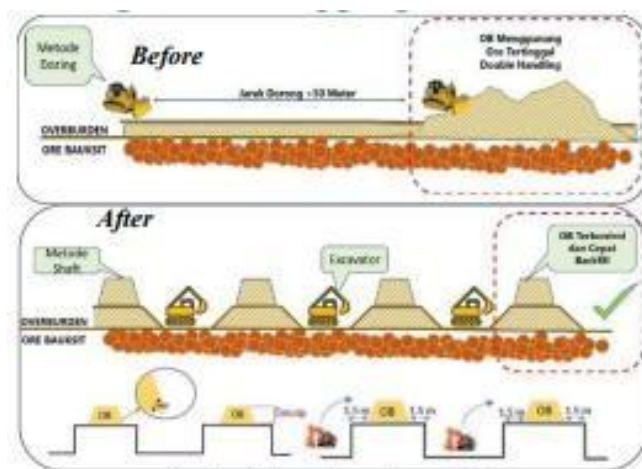
Inovasi ini merupakan **perubahan sub -sistem** dengan klasifikasi *Value Chain Optimization* yang memberikan nilai tambah berupa **layanan produk**. Program ini berhasil menurunkan **emisi gas CO₂** sebesar **55.007.424 kg CO₂/tahun** dan memperoleh nilai **penghematan biaya sebesar Rp 8.398.080.000** pada tahun 2023.

20 PT. Hengjaya Mineralindo

SOLPIPE (Solar Pipeline)”

Program SOLPIPE (Solar Pipeline) merupakan inovasi penambahan komponen karena perubahan yang terjadi hanya di dalam lingkup internal perusahaan atau process improvement, yaitu penggunaan pipa untuk menyalurkan solar ke dalam genset guna menggantikan peran truk tangki. Setelah program inovasi, dilakukan pemasangan pipa yang terhubung secara langsung dari tangki solar menuju unit genset. Melalui penyaluran solar menggunakan pipa secara langsung, konsumsi solar dari penggunaan truk tangki penyaluran akan berkurang dan menghemat waktu kegiatan karena pendistribusian yang sangat singkat.

	Sebelum Program <pre> graph TD TS1[Tangki Solar] --> TT[Truk Tangki] TT --> E1[Emisi yang dihasilkan: 8.000 Ton CO2eq/tahun] TT --> G1[Genset] </pre> Setelah Program <pre> graph TD TS2[Tangki Solar] --> P[Pipa] P --> E2[Emisi yang dihasilkan: 6.800,18 Ton CO2eq/tahun] P --> G2[Genset] </pre> inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses produksi (production) melalui energy minimized dengan efisiensi pemakaian energi yang meminimalisir konsumsi bahan bakar kendaraan atau solar. Selain itu, apabila ditinjau dari Four Types of Wasted Value, inovasi ini berada di siklus reverse logistics untuk mencegah terbentuknya wasted embadded value, yaitu melalui recovery produk, efisiensi energi, dan efisiensi proses sehingga tidak banyak aset atau kapasitas energi yang terbuang.
21	PT. Aneka Tambang (Persero), Tbk. - UBP Bauksit Tayan Meningkatkan Pencapaian Ore Ekspose Dari 70% Menjadi 93% dengan OB Stripping Menggunakan Metode Shaft
	Program ini dilaksanakan di unit ore getting pada kegiatan proses produksi yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024 yang termasuk dalam ruang lingkup produksi.. Pelaksanaan program ini berkontribusi pada ekonomi sirkular Wasted Capacity dimana terdapat pengurangan konsumsi bahan bakar yang digunakan sebagai salah satu sumber energi dalam proses ore getting. Dampak lingkungan yang didapat adalah penurunan emisi GRK sebesar 167,4 Ton CO₂ eq yang setara dengan penghematan biaya konsumsi bahan bakar sebesar Rp600.734.312 pada tahun 2024 dan 1167,30 Ton CO₂ eq yang setara dengan penghematan biaya konsumsi bahan bakar sebesar Rp4.188.502.520 pada tahun 2023.



Gambar 8. Skema Program Inovasi Emisi

Sebelum program ini dilakukan, belum terdapat metode baru selain menggunakan metode dozing, fungsi bulldozer tidak sesuai yaitu sebagai alat gali dorong bukan sebagai alat gali, dan belum terdapat SOP mengenai penggunaan unit lain selain bulldozer untuk stripping OB. Setelah program dilakukan, produktivitas lebih besar, biaya murah, dan ore ekspose lebih cepat terbuka. Product improvement yang dilakukan melalui program inovasi ini adalah penggantian metode dozing dengan metode shaft, penggantian unit OB stripping bulldozer menjadi unit excavator 330 class juga dilakukan karena produktivitas lebih besar, biaya murah, dan ore ekspose lebih cepat terbuka.

22 PT. Gag Nikel

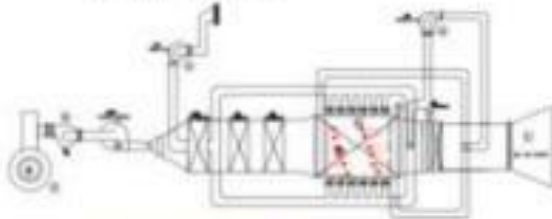
“Substitusi Genset Ke PLTS Untuk Kebutuhan Townhall”

Program ini merupakan inovasi penambahan komponen untuk peningkatan proses (process improvement) pada aktivitas non produksi. Dengan penggantian genset ke PLTS, penggunaan bahan bakar biosolar pada genset dihentikan dan emisi yang dihasilkannya pun dapat dihilangkan. Apabila ditinjau dari LCA, inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses non produksi yaitu kegiatan lain melalui substitusi genset ke PLTS untuk kebutuhan townhall sehingga tidak ada pemakaian energi bahan bakar biosolar pada genset townhall dan menyebabkan tidak adanya timbulan emisi gas rumah kaca.

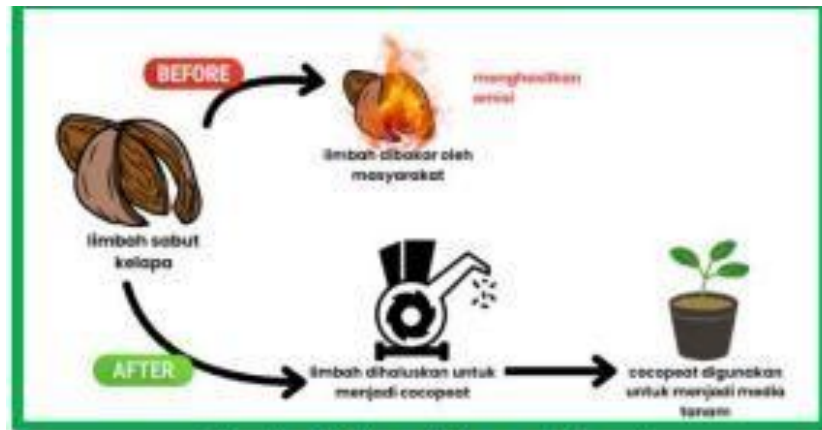


Gambar 10 Skema Inovasi Substitusi Genset Ke PLTS untuk Kebutuhan Townhall

Inovasi “Substitusi Genset Ke PLTS Untuk Kebutuhan Townhall” merupakan pionir yang tidak ditemukan dalam industri sejenis. Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) pada tahun 2024 sebesar 8,70 Ton CO₂e (data hingga bulan Juni) serta penurunan biaya atau penghematan sebesar Rp 566.218,00. Selain itu, inovasi ini memiliki nilai tambah perubahan perilaku yaitu meningkatkan kepedulian pekerja terhadap pentingnya upaya penurunan emisi (untuk pegawai perusahaan) serta memberikan dampak positif ke lingkungan dengan berkurangnya timbulan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh perusahaan.

23	PT. Indominco Mandiri	Optimasi Sistem Pembakaran Batubara dengan Kipas Udara Sekunder																																																							
IMM memiliki 2 unit boiler PLTU masing-masing terdapat ID-Fan, PA-Fan, dan SA-Fan untuk mengontrol pembakaran. Permasalahan awal terjadi akibat overheating dalam boiler yang disebabkan fluktuasi beban (swing load) sehingga terbentuk slagging dan bar grate melting yang merupakan indikasi jika furnace mencapai temperatur > 1300 deg-C. Sementara kapasitas desain maksimum 1200 deg-C serta kondisi ini berasosiasi dengan terbentuknya emisi NOx pada temperatur > 1250 deg-C. Ide inovasi dilakukan dengan mengontrol rasio pembakaran agar temperatur dalam furnace boiler kembali normal, sehingga NOx otomatis normal dan di bawah nilai ambang batas. Ratio Primary & Secondary Combustion Air in Furnace Boiler • Primary Air 70% • Secondary Air 30%  Life Cycle Thinking in Energy Conversion Technology, 2017 3.3.4 Combustion air Combustion air is injected into a furnace as underfire air (below the grate) and overfire air (over the flame above the grate). Normally, 50% to 70% of the total air is underfire air and the remaining portion is overfire air. Most mass burn furnace operate with between 50% and 60% overfire air. Combustion air and fuel gas handling equipment should be sized for 100% under air. <table border="1" data-bbox="953 640 1343 945"><thead><tr><th>No</th><th>Item</th><th>Unit and Specification</th><th>Q</th><th>Temp</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1st Feed Water</td><td>10000</td><td>100</td><td>100</td></tr><tr><td>2</td><td>2nd Feed Water</td><td>10000</td><td>100</td><td>100</td></tr><tr><td>3</td><td>3rd Feed Water</td><td>10000</td><td>100</td><td>100</td></tr><tr><td>4</td><td>4th Feed Water</td><td>10000</td><td>100</td><td>100</td></tr><tr><td>5</td><td>5th Feed Water</td><td>10000</td><td>100</td><td>100</td></tr><tr><td>6</td><td>6th Feed Water</td><td>10000</td><td>100</td><td>100</td></tr><tr><td>7</td><td>7th Feed Water</td><td>10000</td><td>100</td><td>100</td></tr><tr><td>8</td><td>8th Feed Water</td><td>10000</td><td>100</td><td>100</td></tr><tr><td>9</td><td>9th Feed Water</td><td>10000</td><td>100</td><td>100</td></tr><tr><td>10</td><td>10th Feed Water</td><td>10000</td><td>100</td><td>100</td></tr></tbody></table>			No	Item	Unit and Specification	Q	Temp	1	1st Feed Water	10000	100	100	2	2nd Feed Water	10000	100	100	3	3rd Feed Water	10000	100	100	4	4th Feed Water	10000	100	100	5	5th Feed Water	10000	100	100	6	6th Feed Water	10000	100	100	7	7th Feed Water	10000	100	100	8	8th Feed Water	10000	100	100	9	9th Feed Water	10000	100	100	10	10th Feed Water	10000	100	100
No	Item	Unit and Specification	Q	Temp																																																					
1	1st Feed Water	10000	100	100																																																					
2	2nd Feed Water	10000	100	100																																																					
3	3rd Feed Water	10000	100	100																																																					
4	4th Feed Water	10000	100	100																																																					
5	5th Feed Water	10000	100	100																																																					
6	6th Feed Water	10000	100	100																																																					
7	7th Feed Water	10000	100	100																																																					
8	8th Feed Water	10000	100	100																																																					
9	9th Feed Water	10000	100	100																																																					
10	10th Feed Water	10000	100	100																																																					
Inovasi ini merupakan inovasi perubahan sub-sistem pada proses pengoperasian furnace boiler melalui penambahan oksigen level kedua yang memperbaiki sub-sistem proses konversi energi. Dengan demikian inovasi ini memberikan Value Creation berupa perubahan rantai nilai dengan mengoptimalkan penggunaan batubara untuk proses operasional. Dalam hal Life Cycle Thinking, inovasi ini juga memberikan perubahan input pada inventory dan kajian dampak melalui optimasi tonase batubara.																																																									
24	PT. Arutmin Indonesia Tambang Senakin	PEMANFAATAN SABUT KELAPA UNTUK MEDIA TANAM COCOPEAT GUNA MENGURANGI AKTIVITAS PEMBAKARAN SABUT KELAPA DI DAERAH PESISIR																																																							
Sebagian Desa lingkaran tambang PT Arutmin Indonesia Tambang Senakin adalah daerah pesisir yang didominasi tumbuhan kelapa. Dalam pemanfaatan buah kelapa menghasilkan limbah berupa sabut kelapa yang cukup banyak. Kegiatan pembakaran limbah sabut kelapa memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Pembakaran sabut kelapa merupakan praktik umum di daerah pesisir dan dianggap sebagai cara yang paling praktis untuk menghilangkan limbah. Praktik ini menimbulkan berbagai masalah lingkungan seperti polusi udara dan peningkatan emisi gas rumah kaca serta menghilangkan potensi penggunaan sabut																																																									

kelapa untuk produk bernilai tambah



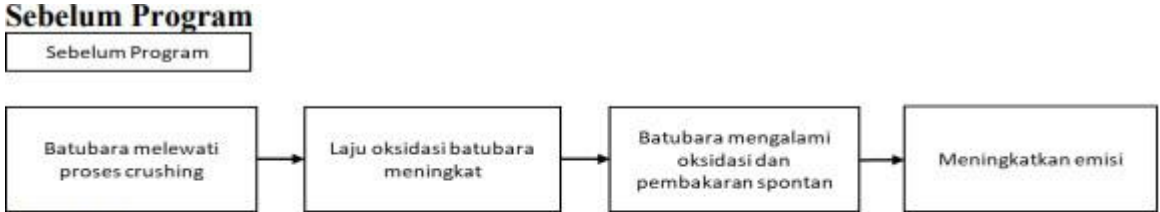
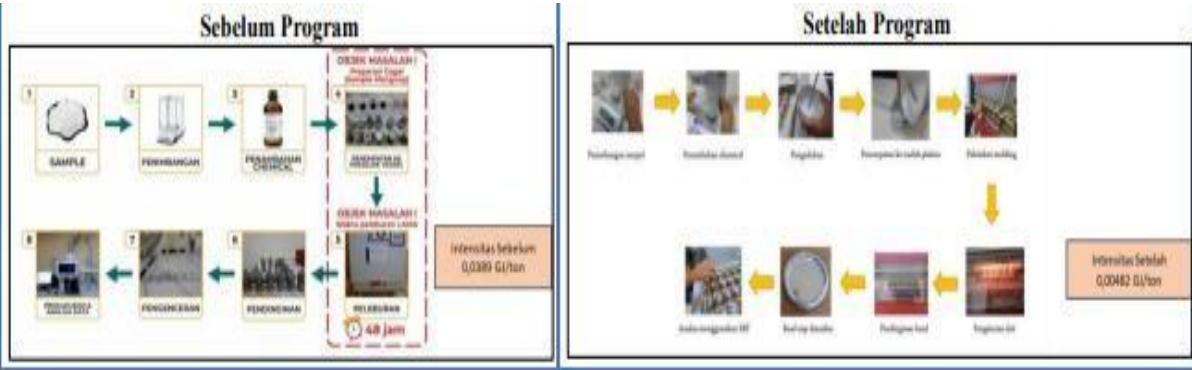
Gambar 6.3 Skematis Program Inovasi

Sebelum inovasi dilakukan, limbah sabut kelapa di daerah pesisir dibakar dan secara langsung menghasilkan emisi gas rumah kaca. Setelah inovasi dilakukan, akan terjadi penurunan angka emisi akibat pembakaran limbah sabut kelapa sehingga mengurangi resiko dampak kesehatan pada masyarakat. Pada Bumdes, keuntungan yang diperoleh berupa hasil penjualan produk sabut kelapa. Manfaat/keuntungan bagi PT Arutmin Indonesia Tambang Senakin adalah kemudahan akses media tanam alternatif yang ramah lingkungan. Dari sisi LCA, inovasi ini mampu mengurangi dampak lingkungan pada unit reclamation. Program inovasi Pemanfaatan Sabut Kelapa Untuk Media Tanam Cocopeat Guna Mengurangi Aktivitas Pembakaran Sabut Kelapa Di Daerah Pesisir mampu mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 9,04 ton CO₂-eq dan berhasil mengurangi dampak lingkungan pencemar setara dengan penghematan anggaran sebesar Rp. 2.489.246 pada tahun 2024.

25 PT. Bhumi Rantau Energi

Implementasi Coal Coating dengan Hydrosol Untuk Mencegah Reaksi Oksidasi dan Pembakaran Spontan Batubara

Program ini memiliki unsur kebaruan dan pertama kali diimplementasikan dalam sektor industri sejenis (Sektor Industri Pertambangan) menurut Buku Best Practice KLHK Tahun 2018-2023. Sebelum adanya program, batubara pada proses crushing dihancurkan menjadi ukuran yang lebih kecil sehingga meningkatkan luas area permukaan batubara dan mengakibatkan kontak dengan oksigen di udara yang mampu meningkatkan risiko pembakaran spontan. Setelah adanya program, perusahaan menerapkan coal coating dengan menyemprotkan larutan hydrosol pada permukaan batubara yang kemudian membentuk lapisan pelindung sehingga mencegah reaksi oksidasi dan pembakaran spontan. Dengan demikian, emisi yang dihasilkan pada batubara setelah melalui proses crushing mengalami penurunan tanpa mengurangi produktivitas batubara. Inovasi ini memberikan perubahan-perubahan komponen yang memberikan dampak Value Chain Optimization dengan nilai tambah rantai nilai yang dirasakan manfaatnya pada sisi perusahaan, supplier dan konsumen.

	Sebelum Program  Setelah Program  Kemudian dari sisi supplier (mitra kerja kontraktor tambang) dapat menaikkan produksi batubara sehingga pengiriman dari distributor meningkatkan keuntungan sebesar US\$30/ton batubara, serta dari sisi konsumen dapat memperoleh kualitas batubara yang terjaga dan konsisten. Program inovasi ini juga telah terintegrasi dengan LCA yang terletak pada unit proses Coal Crushing dan mampu mengurangi dampak Global Warming Potential sebesar 652.621.779,53 kg CO₂eq. Selain itu, inovasi ini memiliki peluang perbaikan lingkungan akibat penerapan Life Cycle Assessment pada tahap siklus Production dengan kategori Energy minimized. Kemudian dihadapkan pada Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema wasted embedded value-energy recovery	
26	PT Indonesia Chemical Alumina	Substitusi Penggunaan Instrumen Inductive Coupled Plasma menjadi Integrated System WDXRF Pada Sampel Alumina Specialty
	Sebelum adanya program, analisa penentuan impurities Oxocalcium pada alumina specialty menggunakan instrument Inductive Coupled Plasma (ICP) yang melalui peleburan sampel selama 48 jam sehingga mengakibatkan timbulan emisi dari proses peleburan dan penggunaan energi meningkat. Setelah adanya program, perusahaan melakukan substitusi penggunaan instrumen Inductive Coupled Plasma menjadi Integrated System WDXRF pada Sampel Alumina Specialty dengan mengintegrasikan proses XRF dan XRD yang bekerja bersamaan untuk menganalisis kualitas dan kuantitas dari produk alumina melalui penembakan sinar spektrofotometer. Proses ini mempersingkat proses preparasi dalam Quality control menjadi 2 jam untuk setiap sampel.	 Inovasi ini merupakan perubahan Komponen dengan kualifikasi Process Improvement dan memiliki nilai tambah layanan produk yang memberikan dampak pada produsen dan konsumen. Nilai tambah pada produsen (perusahaan) dapat membantu menurunkan emisi CO₂eq sebesar 731,35 ton CO₂eq. Nilai tambah pada konsumen produksi dan distribusi alumina tidak terhambat dan konsumen menerima produk dengan kualitas yang konsisten. Inovasi ini sudah terintegrasi dengan kajian LCA dimana terletak pada unit Alumina Processing Process proses produksi dengan penurunan dampak Global Warming Potential sebesar

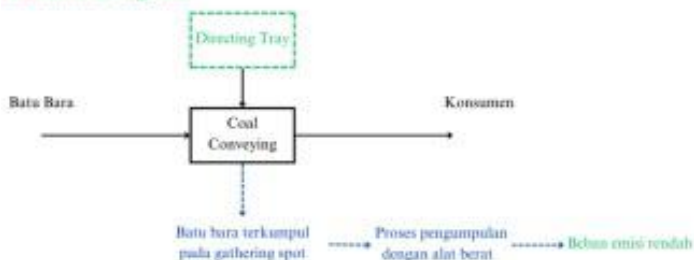
	731.353,20 Kg CO ₂ eq dan berada pada tahap siklus Production dengan kategori Energy Minimized. Kemudian dihadapkan pada Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema wasted lifecycle.	
27	PT. Mitra Stania Prima - Tambang	“Biochar Distillation”
Program Inovasi Biochar Distillation merupakan tipe inovasi penambahan komponen yang mana dilakukan modifikasi pada alat Biochar sehingga emisi dari asap pembakaran tempurung kelapa dapat dihilangkan. Sebelum inovasi, alat biochar yang digunakan sebagai pembakaran tempurung kelapa menjadi arang dari proses biochar yang menimbulkan emisi dilakukan modifikasi dengan sistem destilasi. Emisi hasil pembakaran ditangkap dan dilakukan proses destilasi pada air pendingin sehingga menghasilkan asap cair. Perubahan ini menyebabkan asap pembakaran tempurung kelapa dapat dihilangkan sehingga terjadi penurunan emisi GRK.  <pre> graph TD A[Tempurung Kelapa] --> B[Pembakaran] B --> C[Arang] B --> D[Asap (CO₂)] D --> E[Destilasi] E --> F[Asap Cair] </pre>  Gambar 10 Skema Inovasi Biochar Distillation Inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses penggunaan (Use) melalui penurunan emisi GRK dalam proses produksi arang. Selain itu, apabila ditinjau dari Four Types of Wasted Value, inovasi ini berada di siklus wasted embedded value melalui proses modifikasi alat Biochar sehingga emisi GRK dari asap pembakaran tempurung kelapa dapat dihilangkan. pabila ditinjau dari Four Types of Wasted Value, inovasi ini berada di siklus wasted embedded value melalui proses modifikasi alat Biochar sehingga emisi GRK dari asap pembakaran tempurung kelapa dapat dihilangkan		
28	PT Borneo Indobara - Pelabuhan (Terminal Untuk Kepentingan Sendiri)	“Rekayasa Directing Tray pada Gathering Spot Conveyor Belt”

Sebelum program, pengangkutan batubara di proses conveying sering kali menghadapi permasalahan material yang tercecer ke tanah sepanjang perjalanan conveyor. Batubara yang jatuh dari conveyor tidak hanya menyebabkan kerugian material tetapi juga menimbulkan masalah kebersihan dan keselamatan di area tambang. Untuk menangani batubara yang tercecer ini, proses manual yang melibatkan penggunaan excavator menjadi metode standar. Sesudah program, directing tray yang dirancang khusus berfungsi untuk mengarahkan batubara yang berpotensi jatuh agar terkumpul di satu titik terpusat, sehingga meminimalkan penyebaran material ke tanah. Dengan penempatan yang strategis, sistem ini memastikan bahwa batubara yang jatuh dapat dengan mudah dikelola dan dikumpulkan kembali ke aliran produksi, tanpa memerlukan intervensi manual yang ekstensif. Akibatnya, kebutuhan penggunaan alat berat seperti excavator untuk mengumpulkan material yang tercecer berkurang drastis.

Sebelum Program

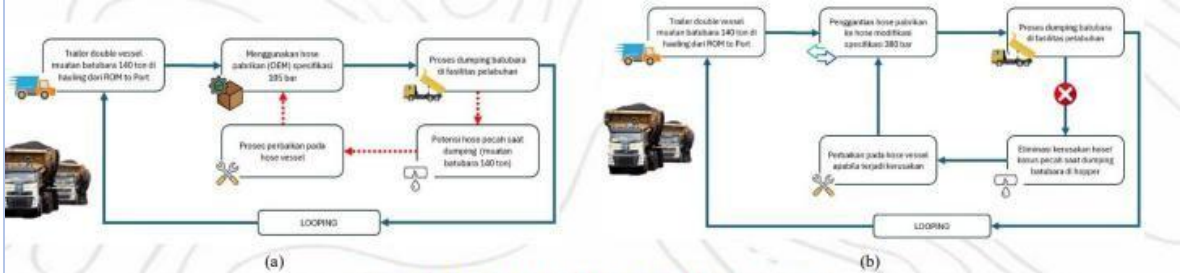


Sesudah Program



Program inovasi ini termasuk dalam perubahan komponen dengan klasifikasi process improvement karena dilakukan rekayasa directing tray pada gathering spot conveyor belt sehingga perusahaan berhasil menurunkan emisi sebesar 102,61 Ton CO₂, 0,002 Ton SO_x, 0,23 Ton NO_x dan mampu memberikan Nilai tambah layanan produk dimana program ini memberikan dampak bagi perusahaan, konsumen dan pembuangan akhir. inovasi ini tergolong pada skema wasted embedded value dimana terjadi pengurangan pemakaian listrik berkat adanya inovasi ini. Value creation dari adanya program ini adalah dapat melakukan penurunan emisi (absolut) sebesar 506,48 GJ bahan bakar dan menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 225.104.270 dengan anggaran sebesar Rp 50.000.000 pada tahun 202

C.3R Limbah B3

No	Nama Perusahaan	Judul Inovasi
1	PT. Adaro Indonesia	4 Layers Hydraulic Hose for Semi Trailer Double Vessel to Extend Hose Lifetime
PT Adaro Indonesia memiliki komitmen dalam melakukan perbaikan lingkungan khususnya terkait penghematan penggunaan energi pada SEU (Significant Energy Use). Pada tahun 2023, PT Adaro Indonesia melakukan implementasi program unggulan di bidang penghematan penggunaan energi yaitu program Boom Arm Fast fill pada pengisian Fuel Excavator Hitachi EX 2500-5. Kegiatan ini dilakukan di unit proses OB Stripping..  Gambar 9. Alur Mekanisme Sebelum (a) dan Setelah (b) Inovasi Program ini berdampak pada Perubahan Sub Sistem dimana terdapat penambahan alat pada aktivitas produksi batubara. Berdasarkan uraian deskripsi program ini berdampak pada waste embedded value, dimana dampak lingkungan yang dihasilkan adalah efisiensi energi sebesar 1900,8 GJ pada tahun 2023. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah perubahan rantai nilai (value chain perusahaan) dan keuntungan bagi produsen/perusahaan adalah penghematan energi yang dihasilkan pada tahun 2023 sebesar 1900,80 GJ dengan penghematan sebesar Rp 983.664.000.		
2	PT. Arutmin Indonesia Tambang Batulicin	TROLI (Truk Elektrik Ramah Lingkungan untuk Pengurangan Oli Bekas)

pengembangannya berasal dari perusahaan sendiri (Departemen Engineering & SHE). Inovasi ini terletak pada kegiatan pengangkutan Batubara yang termasuk dalam ruang lingkup kajian LCA tahun 2023. Seiring peningkatan timbulan oli bekas dan peningkatan produksi batubara. Perusahaan melakukan inovasi TROLI (Truck Elektrik Ramah Lingkungan untuk Pengurangan Oli Bekas) dengan mengganti unit angkut batubara dari tipe Hino 700 menjadi DT Elektrik Sani SKT105E. Dalam prosesnya, penggantian dua unit DT Hino 700 ini setara dengan kemampuan 1 unit DT Elektrik Sani SKT105E



Program ini mampu menurunkan timbulan oli bekas sebesar 277 kg per 6 bulan dan penghematan biaya sebesar Rp. 1.524.600 untuk. Inovasi berdampak pada perbaikan lingkungan karena mengurangi timbulan oli bekas. Inovasi TROLI dapat merubah Subsistem pada kategori Perubahan Rantai Nilai, khususnya dalam konteks menghilangkan penggunaan oli sehingga mengurangi kebutuhan untuk pengelolaan limbah B3 secara keseluruhan di rantai pasok.

3

PT. Berau Coal - Site Binungan

“Reduksi Accu Bekas dengan Pro5 Realistic Visual Transportable Replicator”

Sebelum adanya program, proses training bagi calon operator baru unit HD dilakukan dengan mengoperasikan unit HD secara langsung. Selain karena SOP serta tahapan penting dalam proses operasional pertambangan, produktivitas perusahaan yang terus meningkat membuat kegiatan training ini akan terus dilakukan karena akan terus membutuhkan operator baru. Hal ini sangat berdampak signifikan pada tingginya timbulan accu bekas, peningkatan bahan bakar serta potensi kecelakaan. Setelah adanya program "Reduksi Accu Bekas dengan Pro5 Realistic Visual Transportable Replicator", calon operator baru unit HD akan melalui proses training dengan menggunakan alat replicator IMMT Pro 5.



Program inovasi ini memenuhi unsur kebaruan dan belum pernah diterapkan pada sektor tambang batubara berdasarkan buku Best Practice tahun 2020-2023 yang diterbitkan oleh KLHK. Inovasi ini termasuk dalam perubahan komponen dengan nilai tambah layanan produk yang termasuk dalam klasifikasi process improvement karena terdapat substitusi metode yang digunakan pada proses training calon operator baru unit HD untuk mengurangi limbah accu bekas. Inovasi ini memberikan dampak kepada beberapa pihak yakni, perusahaan dengan penghematan yang dilakukan, supplier dengan perpanjangan umur unit HD oleh karena berkurangnya frekuensi pemakaian, dan pembuangan akhir karena timbulan limbah B3 accu bekas yang berkurang

4	PT Kideco Jaya Agung	“Implementasi Penggunaan EVIC, ELECTRIC VEHICLE CONVERSION untuk mengurangi Emisi GRK dan Limbah B3 berupa Oli”
---	----------------------	---

Program EVIC (Electric Vehicle Conversion) tergolong dalam perubahan sub sistem Functional Sales pada kegiatan operasionalnya. Perubahan ini dirancang untuk mengubah kendaraan berbahan bakar fosil menjadi kendaraan listrik, dengan tujuan mengurangi emisi karbon dan meningkatkan efisiensi energi. Dalam konteks perusahaan, program ini dapat menjadi solusi fungsional yang memberikan berbagai manfaat bagi penggunanya. Kolaborasi antara PT Kideco Jaya Agung dan PT Bima Nusa Internasional untuk mengembangkan kendaraan operasional yang ramah lingkungan memiliki dampak positif yang signifikan, khususnya dalam mengurangi limbah B3, seperti oli bekas dan filter oli bekas, dari hasil kegiatan Maintenance



Gambar 9 Flow Process Diagram Penggunaan EVIC Light Vehicle Listrik

Program inovasi EVIC untuk kendaraan operasional di area pertambangan masuk ke dalam di lingkup Gate yang telah masuk ruang lingkup dan terintegrasi pada kajian LCA tahun 2024. Dalam Life Cycle Assessment produk Batubara termasuk dalam ruang lingkup Waste dimana tidak terbentuknya timbulan limbah akibat kegiatan operasional yang dilakukan.

5	PT. Mandiri Intiperkasa	Program Menurunkan Discrepancy Oil & Meningkatkan Distribusi Oli untuk Menurunkan Waiting Oli dengan Pemanfaatan Dispensing Oil di Oil Storage
	Program ini berupa inovasi menurunkan sisa B3 yang tertinggal di dalam kemasan bekas B3 dan mengurangi terjadinya tumpahan B3 sehingga dapat mempengaruhi efektivitas kinerja penambangan dan lingkungan. Pengembangan program ini muncul karena tingginya discrepancy oil pada bulan Juli hingga September tahun 2023, disebabkan oleh tidak akuratnya pemakaian oil, tidak di jalankannya daily stok taking, terdapat sisa oli di IBC, dan tidak maksimalnya distribusi oil untuk discrepancy oil melebihi plan sehingga menyebabkan kerugian. Inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor Penambangan Batubara atau menurut Practice 2020-2024 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan belum pernah diimplementasikan di sektor Penambangan Batubara.	

	Sebelum Perbaikan 5 Spek Pompa yang kurang mampu menyedot Oli di bagian Bawah IBC Perbaikan Tim Mekanik selalu mengedrain sisa oli di Ibc dan di jadikan satu ke ibc yang belum terisi penuh  Hasil Setelah Perbaikan Tidak ada sisa Oli di IBC  6 Kurangnya koordinasi antara plant & LOG mengenai jadwal Sounding Jadwal Sounding Oil Dilakukan Setiap Hari jam 06:00-08.00 WITA  Hasil Setelah Perbaikan Sounding Oil dapat di lakukan setiap Hari  Gambar 4 Menurunkan Discrepancy Oil & Meningkatkan Distribusi Oli untuk Menurunkan Waiting Oli dengan Pemanfaatan Dispensing Oil di Oil Storage Kondisi sebelum adanya program: proses transfer oli dilakukan secara manual sehingga berpotensi terjadi tumpahan. Kondisi ekstiksing, Spek Pompa yang kurang mampu menyedot Oli di bagian Bawah IBC. Kondisi setelah adanya program: Tim Mekanik selalu mengedrain sisa oli di Ibc dan di jadikan satu ke ibc yang belum terisi penuh sehingga tidak ada sisa oli di IBC. <tr> <td data-bbox="191 982 272 1113">6</td><td data-bbox="272 982 1450 1113"> PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. - Unit Pelabuhan Tarahan Instalasi Teknologi Refrigeration System HYDAC SA Pada Hydraulic Power Unit Spoon Chute Sebagai Heat Exchanger Pada Unit Ship Loader 2 </td></tr>	6	PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. - Unit Pelabuhan Tarahan Instalasi Teknologi Refrigeration System HYDAC SA Pada Hydraulic Power Unit Spoon Chute Sebagai Heat Exchanger Pada Unit Ship Loader 2
6	PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. - Unit Pelabuhan Tarahan Instalasi Teknologi Refrigeration System HYDAC SA Pada Hydraulic Power Unit Spoon Chute Sebagai Heat Exchanger Pada Unit Ship Loader 2		

Sebelum adanya program, dalam proses pengoperasian di Unit Shiploader 2 sering terjadi panas yang berlebihan pada HPU (Hydraulic Power Unit) yang diakibatkan jam operasional tinggi selama 24 jam sehingga oli yang bersirkulasi menjadi panas (overheating). Hal ini mengakibatkan terjadi inya down system sehingga menyebabkan proses operasional menjadi terhenti dan terdapat tambahan biaya untuk perbaikan komponen HPU yang rusak berpotensi terjadinya demurrage dan kehilangan kesempatan untuk mendapatkan pendapatan sebesar Rp. 56 Miliar serta terdapat timbulan Oli Bekas dari penggantian oli sebesar 1,08 Ton dalam satu tahun. Setelah adanya program Refrigeration System type HYDAC SA yang berfungsi sebagai Thermal Management yang dapat mengontrol dan mengatur suhu pada HPU Spoon Chute SLT502 untuk memastikan suhu Oli HPU normal walaupun dengan jam operasional yang tinggi dan sistem operasional Shiploader 2 yang berjalan efisien dan aman.



Inovasi ini memiliki unsur kebaruan karena belum pernah diterapkan pada perusahaan sejenis sektor industri pertambangan batubara. Hal ini dapat dilihat dalam buku Best Practice tahun 2021-2023 yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. Inovasi ini tergolong perubahan komponen dengan klasifikasi Process Improvement, dimana terdapat penambahan teknologi Refrigeration System pada HPU SLT502 sehingga dapat mengatasi oli overhear dan demurrage. Selain itu, program ini memiliki nilai tambah (Value Creation) yaitu Layanan Produk karena memberikan keuntungan pada produsen (perusahaan) dan konsumen. Program ini juga terintegrasi dengan kajian LCA pada unit shipping dan termasuk dalam lingkup production dengan klasifikasi reagent hazards reduced

7	PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. - Unit Dermaga Kertapati	Instalasi Grease Gun Coupler untuk Mengurangi Grease Bekas di Unit Belt Feeder
	Program Instalasi Grease Gun Coupler untuk Mengurangi Grease Bekas di Unit Belt Feeder merupakan optimalisasi pemakaian dan pelumasan lubrican grease dengan penambahan komponen yang meningkatkan efisiensi dari pelumasan grease ke alat yang akan dilumasi. Sebelum adanya program, ketika melakukan pelumasan grease pada unit beltfeeder, akurasi dari alat penyemprot kurang optimal karena terdapat spread sehingga permukaan yang dilumasi tidak seluruhnya. Kondisi ini memicu gesekan berlebih dan overheating, yang mempercepat keausan komponen hingga poros belt feeder macet. Akibatnya, dapat terjadi shutdown pada seluruh sistem mesin dan memerlukan waktu maintenance yang cukup lama. Setelah adanya program digunakan alat berupa grease gun coupler yang berfungsi sebagai injektor pelumas grease untuk mengontrol tekanan, arah, dan laju alir pelumas saat penyemprotan. Sebelum Program  Setelah Program  Inovasi ini terintegrasi dalam kajian LCA yang berada pada unit shipping sehingga dengan terimplementasinya program ini dapat mengurangi dampak Global Warming Potential sebesar 380 Kg CO2 ek. Selain itu, inovasi ini memiliki peluang perbaikan lingkungan berkaitan dengan penerapan Life Cycle Assessment masuk dalam lingkup Raw Materials dengan klasifikasi Reagent Hazards Reduced dimana dengan adanya program ini penggunaan grease berkurang. Dalam segi Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema waste lifecycle, dimana dapat meminimalisir frekuensi maintenance.	

8	PT. Kuansing Inti Makmur	Penggunaan Kembali Fuel Oil Transmission for Rear AXLE pada Aktivitas Operasional Kendaraan Hauling
	Penggunaan bahan bakar untuk mendukung operasional kendaraan hauling merupakan salah satu aktivitas utama. Dalam perjalanannya, diperlukan kegiatan pemeliharaan kendaraan hauling, termasuk pengecekan pada bahan bakar yang digunakan. Dari kegiatan pemeliharaan kendaraan hauling yang dilakukan, umumnya fuel bekas dari kegiatan filtrasi dibuang sebagai limbah minyak bekas. Padahal jumlahnya cukup banyak, dimana per sekali pemeliharaan untuk 1 kendaraan hauling dihasilkan rata-rata 3 liter fuel, yang akhirnya bercampur dengan limbah B3 lainnya. Inovasi ini kemudian memaksimalkan penggunaan fuel oil sehingga dapat mengurangi timbulan limbah B3 yang dihasilkan  Inovasi ini merupakan inovasi perubahan subsistem pada perlakuan terhadap limbah minyak bekas yang dihasilkan. Dimana awalnya langsung dibuang sebagai limbah B3, saat ini dapat dimaksimalkan penggunaannya kembali untuk kegiatan operasional penambangan.	
9	PT. Arutmin Indonesia Tambang Kintap	SIDUL FILTER GEARBOX (PROGRAM SISTEM DOUBLE LINE FILTER GEARBOX PADA OLC BATUBARA)

Program ini mempunyai dampak dalam perubahan komponen dalam proses pengurangan limbah B3 yang dilakukan dengan konsep process improvement dengan mengubah pipa pada Air Sentry menjadi zig zag mampu menahan oli yang menguap sebanyak 0,002% dalam 24 jam atau setara 500 ml oli dan hanya udara panas saja yang tertangkap oleh Air Sentry sehingga memperpanjang masa pakai oli. Dalam Life Cycle Assessment, inovasi ini terletak pada unit Coal Crushing dan Coal Barging yang termasuk dalam lingkup Gate pada kajian LCA tahun 2024.



Inovasi ini merupakan perubahan layanan produk, bagi perusahaan di tahun 2023 berdampak pada pengurangan timbulan limbah B3 oli bekas 0,10 Ton, selain itu terjadi penghematan biaya pembelian oli serta pembelian drum bekas atau IBC bekas yang dipergunakan untuk tempat oli bekas 2 kali lebih hemat. Bagi karyawan menjadi lebih produktif untuk melakukan pekerjaan yang lain

10 PT. Asmin Bara Bronang

Direct Dredger Pump)

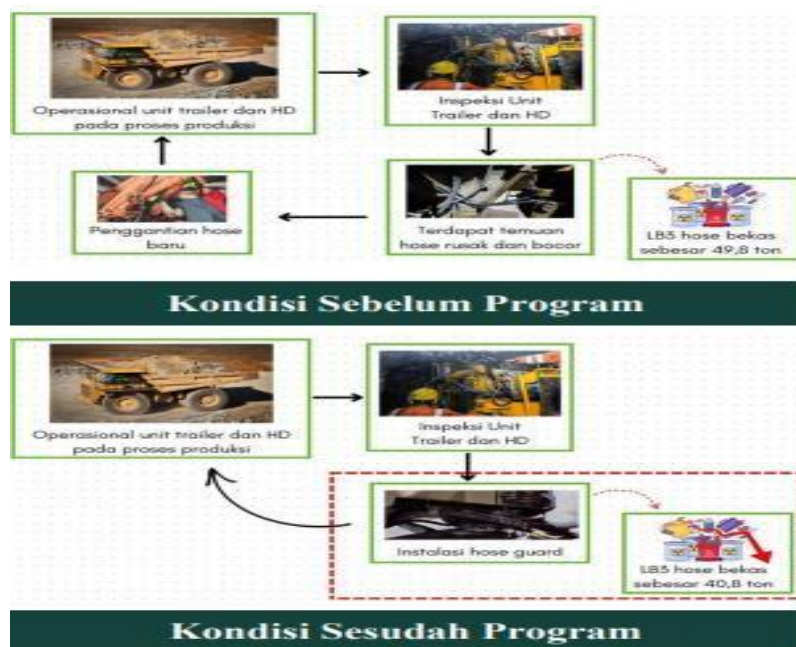
Sebelum inovasi dilakukan, dalam melakukan handling slurry dilakukan secara manual yaitu dengan menggunakan PC Long Arm dan beberapa Dump Truck yang sering terkendala akses ke titik yang akan diloading dan jarak angkut yang jauh, sehingga semakin banyak jam operasinya, menghasilkan Limbah B3 seperti oli bekas dan filter bekas juga semakin banyak, hal ini menyebabkan meningkatnya biaya pengelolaan Limbah B3. Program ini dilakukan dengan penggunaan Pompa Dredger yaitu UNIT CATERPILLAR 330D (30T CLASS) PMEX-006 yang dirakit dengan menggunakan ponton agar dapat bersifat amphibious dan tidak tenggelam. Penggunaan pipa HDPE dan booster untuk pembuangan lumpur sehingga dapat menyesuaikan untuk posisi Mudcell (kotak lumpur) yang pada umumnya memiliki jarak cukup jauh dari posisi loading lumpur. Dengan program ini Dump Truck tidak digunakan lagi, Hal ini sangat berdampak pada pengurangan timbulan limbah B3, sehingga limbah yang dihasilkan berkurang.



Dengan inovasi yang dilakukan maka terjadi penurunan timbulan limbah B3 Oli bekas sebesar 6.700 liter dan filter bekas sebesar 1.080 kg. Nilai Tambah bagi Layanan Product Dengan melakukan inovasi ini maka konsumen mendapatkan produk batubara yang dalam prosesnya memiliki komitmen dalam pengelolaan limbah B3. Perubahan Perilaku Inovasi ini mendorong perubahan perilaku bagi tim washing plant untuk dapat lebih mengatur dan mengurangi limbah B3 yang dihasilkan dalam proses pembersihan slurry pond.

11	PT. Berau Coal - Site Lati	“Aplikasi Hose Guard sebagai Reinforcement pada Selang Hidraulik unit Trailer dan HD”
----	----------------------------	---

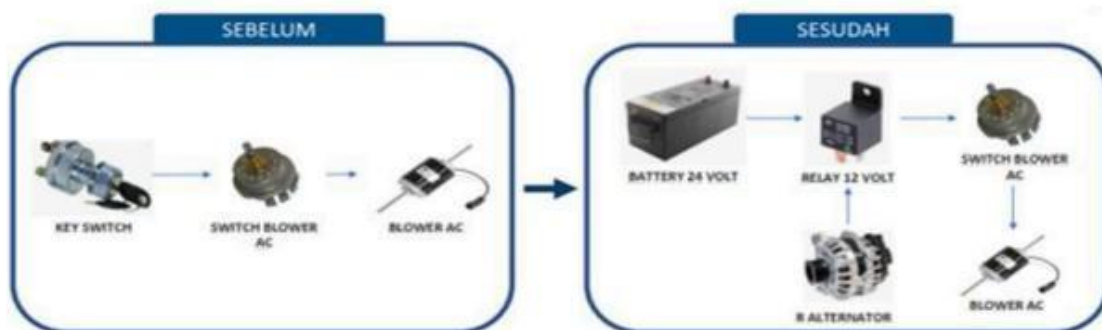
Sebelum adanya program, adanya program, hose hidrolik pada unit trailer dan HD pada proses produksi batubara seringkali mengalami kerusakan akibat gesekan dengan material di sekitarnya. Selain itu, hose hidrolik beroperasi dalam tekanan yang cukup tinggi dan memiliki peran sebagai media operasional sistem hidrolik pada unit trailer dan HD. Setelah adanya program, Program modifikasi hose hidrolik dengan pemasangan hose guard berbahan karet dilakukan untuk mencegah kerusakan dan kebocoran akibat gesekan dengan material sekitar. Hose guard ini berfungsi sebagai reinforcement untuk mengakomodir tekanan fluida tinggi selama operasional unit trailer dan HD, serta melindungi hose dari gesekan dan kontak langsung.



Berdasarkan kajian tersebut, program ini termasuk dalam kategori perbaikan lingkungan waste dengan klasifikasi highest entropy products made most durable dikarenakan terdapat modifikasi pemasangan hose guard pada hose hidraulik untuk mencegah kerusakan dan kebocoran. Program ini mampu menurunkan dampak Global Warming Potential sebesar 88.571,12 kgCO₂ek pada tahun 2023. Inovasi ini juga mendukung circular business model melalui upaya pengelolaan wasted lifecycles.

12	PT. Multi Harapan Utama	Improvement Battery Unit OHT CAT 777D dengan Teknologi E-ABS
----	-------------------------	--

Kegiatan penambangan menggunakan unit yang memanfaatkan battery, event battery terbesar terjadi di unit OHT 777D dan timbul beberapa permasalahan seperti jadwal penggantian battery yang tidak terjadwal, biaya penggantian battery OHT CAT 777D yang cukup besar, timbulan limbah battery bekas yang cukup besar dan battery sudah tidak mampu menyimpan arus akibat sirkuit battery, oleh karena itu Perusahaan mengimplementasikan inovasi penggantian komponen battery unit OHT 777D dengan teknologi E-ABS untuk mengurangi aktivitas penggantian battery dengan mempertahankan kualitas battery.

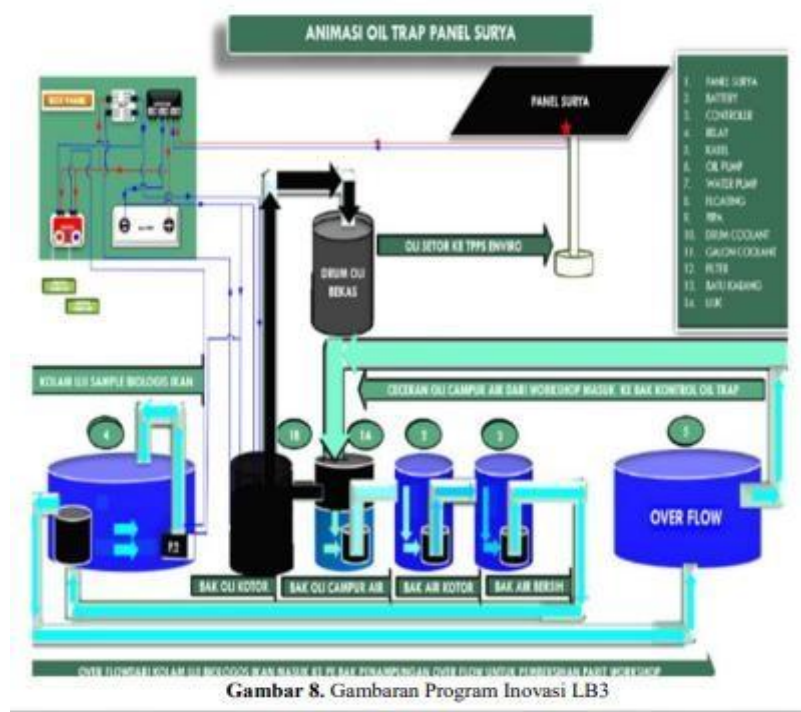


Perubahan yang dilakukan yaitu perubahan pada sistem proses produksi batu bara, khususnya pada AC blower system unit HT CAT 777D. Improvement E-ABS (Electric AC Blower System) ini dengan cara menambahkan komponen electric di AC Blower System serta mengubah jalur power supply dari relay dengan signal aktif dari R alternator (unit running). Evaluasi hasil dan dampak dari inovasi penggantian battery unit OHT CAT 777D dengan system E-ABS yaitu terjadi penurunan event breakdown battery dari rata-rata 7 event menjadi rata-rata 3 event, hal ini berakibat unit hauler dapat beroperasi tanpa ada lost time akibat event breakdown battery. Jumlah limbah B3 berkurang sebesar 57% setelah improvement dari 44 pcs menjadi 26 pcs. Inovasi ini juga berhasil memberikan penghematan bagi Perusahaan sebesar 172.550.000/tahun.

**13 PT. Aneka Tambang (Persero), Tbk. - Unit
Bisnis Pertambangan Nikel Maluku Utara (Buli)**

**PROGRAM SMART OIL TRAP:
AUTOMATING WASTE OIL
REDUCTION PADA WORKSHOP BULI**

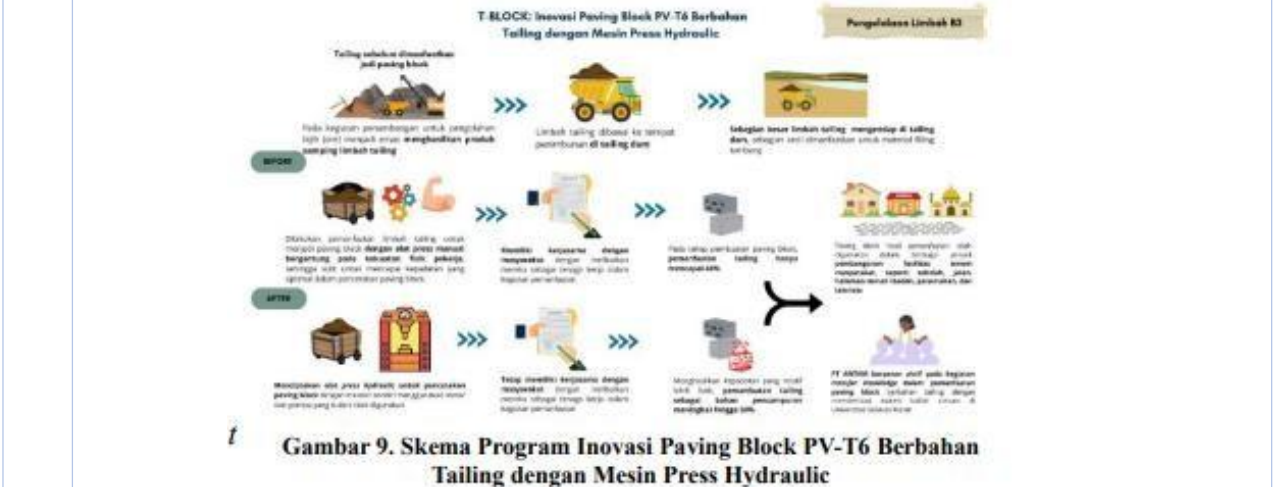
Sebelum adanya program inovasi, petugas melakukan pemisahan secara manual dengan membutuhkan 2- 3 manpower setiap pemisahan dan membutuhkan waktu pemisahan sekitar 3 jam. Metode manual ini tidak hanya menghabiskan waktu namun juga menghasilkan hasil pemisahan yang kurang optimal dan meningkatkan volume limbah di workshop Buli rata-rata sebanyak 0,92 ton per tahun. Setelah adanya program inovasi ini, perusahaan dapat melakukan perbaikan kondisi lingkungan dengan menggunakan sistem overflow dan pompa otomatis bertenaga panel surya yang secara otomatis dapat memisahkan oli dan air secara signifikan tanpa memerlukan energi tambahan yang dapat menghasilkan emisi.



Dalam Life Cycle Assessment produk Nikel, kegiatan ini termasuk dalam ruang lingkup fasilitas penunjang berkaitan produksi. Penerapan program inovasi PT ANTAM Tbk UBPN Maluku Utara telah berkontribusi pada ekonomi sirkular (circular economy) pada kategori Wasted Embedded Value pada Four Type of Wasted Value, dimana terjadi pengurangan timbunan limbah oli bekas

14	PT Aneka Tambang Tbk. - UBPE Pongkor	T-BLOCK: Inovasi Paving Block PV-T6 Berbahan Tailing dengan Mesin Press Hydraulic
----	--------------------------------------	--

Sebelum adanya program, proses produksi paving block dengan bahan dasar Tailing menggunakan alat press manual bergantung pada kekuatan fisik pekerja, sehingga sulit untuk mencapai kepadatan yang optimal. Akibatnya, diperlukan penggunaan lebih banyak semen untuk mencapai standar. Setelah adanya program, perusahaan membuat alat press hydraulic menggunakan motor dan pompa yang sudah tidak digunakan untuk mencetak paving block. Penggunaan motor dan pompa hidrolik pada produksi paving block menghasilkan kepadatan yang lebih baik dibandingkan dengan tenaga manusia.



Nilai tambah dari program inovasi ini berupa perubahan Rantai Nilai dimana Perusahaan dengan penggunaan mesin hydraulic akan menghasilkan paving block dengan kepadatan yang lebih baik sehingga mengalami efisiensi dalam penggunaan material semen. Selain itu, perusahaan juga sudah tidak pernah membeli paving block lagi untuk kebutuhan pembangunan. Bagi masyarakat penerima paving block akan sangat berguna bagi pembangunan fasilitas umum seperti sekolah, jalan dan fasilitas lainnya. Bagi supplier mendapatkan manfaat berupa kontrak pekerjaan pemanfaatan tailing menjadi paving block dan bagi masyarakat secara luas, perusahaan berkontribusi memberikan pembelajaran mengenai pemanfaatan tailing melalui materi kuliah sehingga dapat menginspirasi praktik pemanfaatan limbah B3 lainnya.

15	PT. Vale Indonesia, Tbk	Optimalisasi Penggantian Oil Engine Menggunakan CENTrifugal FilTEn (OPO CENTER) Untuk Mengurangi Oli Bekas
Sebelum program, oli mesin dialirkan langsung menuju ruang mesin, sehingga pembentukan jelaga diatas 60 ufm dan nilai Total Base Number (TBN) diatas 10 terbentuk pada interval 350 jam. Dengan nilai tersebut kondisi oli sudah tidak dapat digunakan dan memerlukan penggantian atau pemeliharaan alat berat (PM Check). Sehingga kegiatan penggantian oli mesin dilakukan setiap 350 jam dan dihasilkan timbunan limbah B3 dalam hal ini oli bekas. Program OPO CENTER merupakan program yang muncul dari internal PT Vale untuk melakukan perubahan sub sistem pada alat berat dengan teknologi centrifugal filter dimana oli mesin dilewatkan melalui sistem dengan prinsip centrifugal untuk menangkap jelaga/soot atau pengotor pada oli.		

	 Gambar 9. Ilustrasi sebelum program OPO CENTER	 Gambar 10. Ilustrasi sesudah program OPO CENTER
	Program OPO CENTER berdampak pada value chain optimization dimana terdapat kontribusi terhadap produsen berupa pengurangan biaya pengelolaan limbah B3 (oli bekas) sebesar Rp 17.850.000,00 pada tahun 2024, memberikan peluang untuk direplikasi ditempat lain sehingga konsumen mendapatkan produk nikel yang ramah lingkungan. Di sisi supplier, penyedia centrifugal filter berpotensi untuk mendapatkan konsumen yang lebih banyak dengan penerapannya pada perusahaan lain yang menggunakan alat berat dozer serta dapat pula dikembangkan untuk digunakan pada alat berat lainnya.	

16	PT Bukit Asam (Persero) Tbk - Unit Pertambangan Tanjung Enim	Pengurangan Interval Penggantian Oli Hidrolik Excavator PC 3000 Melalui Filtrasi
----	--	--

Dengan adanya program pengurangan limbah oli bekas pada Excavator melalui filtrasi, PTBA mampu mengurangi timbulan limbah oli bekas. Kondisi sebelum adanya program, sebelum tahun 2023, timbulan oli bekas yang dihasilkan PC 3000 dari proses maintenance berupa kegiatan penggantian oli sangat tinggi. Maintenance cukup sering dilakukan dikarenakan tuntutan ketercapaian produksi dimana penggantian dilakukan setelah jam jalan mencapai 3.000 jam. Kondisi setelah adanya inovasi, jumlah timbulan oli bekas akibat proses maintenance PC 3000 mengalami penurunan dikarenakan adanya perubahan alur proses maintenance, oli pada PC 3000 setelah mencapai 3000 jam akan dicek dan difiltrasi terlebih dahulu untuk selanjutnya digunakan kembali hingga umur pakai oli hidrolik bertambah 1.000 jam dan apabila kondisi oli sudah tidak layak pakai (berdasarkan hasil Program Analisis Pelumas) akan dilakukan penggantian oli baru.



Gambar 12. Proses kerja sebelum inovasi



Gambar 13. Proses kerja sesudah inovasi

Nilai Tambah program ini yaitu perubahan rantai nilai (value chain optimization) dengan memberikan keuntungan untuk produsen, konsumen, supplier, dan lingkungan. Program ini mampu mengurangi pemakaian oli baru dan mencegah timbulan limbah B3 berupa oli bekas sebanyak 5,64 ton pada tahun 2023. Berikut adalah Value Chain Optimization dari program ini, yaitu: (1) Produsen/perusahaan: Program ini memberikan keuntungan kepada PTBA dengan penghematan biaya sebesar Rp 204.333.030,- (periode tahun 2023). (2) Konsumen: PTBA dapat memenuhi kebutuhan konsumen, yaitu batubara dengan proses produksi yang lebih ramah lingkungan

17	PT Borneo Indobara	“Pengurangan Potensi Limbah Oli Bekas Melalui Implementasi Continuous Suctioning Peristaltic (Hose) Pumps Pada Wastewater Treatment Pond”
Setelah adanya program, PT Borneo Indobara melakukan kegiatan normalisasi dan maintenance Wastewater Treatment Pond dengan menggunakan teknologi Continuous Suctioning Peristaltic (Hose) Pumps dimana pemindahan dan pengangkutan material sludge ke area kawasan dumping dapat dilakukan secara langsung sehingga tidak perlu melakukan desludging serta penggunaan heavy duty equipment (bulldozer, excavator, dumptruck) dalam pemindahan dan pengangkutan material sludge ke area kawasan dumping. Hal ini memberikan perbaikan positif pada eliminasi proses		

desludging dan penggunaan heavy duty equipment melalui pengurangan kegiatan maintenance alat berat serta secara mengurangi timbulan oli bekas.



inovasi ini termasuk pada siklus Production dengan potensi perbaikan lingkungan Reagent Hazard Reduce dihadapkan dengan Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema Wasted Lifecycles dimana dalam pelaksanaan program ini dapat mengoptimalkan proses pemindahan sisa material ekstraksi ke wastewater treatment pond sehingga mengurangi penggunaan alat berat dan waktu maintenance.

18 PT. Agincourt Resources

“ Instalasi Cyanide Containment Tank untuk menyimpan Cyanide dalam upaya mengurangi LB3 Plastic packaging”

Sebelum adanya program terdapat jumlah timbulan limbah B3 Filter Bekas akibat penggunaan filter solar konvensional yang masa penggunaannya hanya 1-2 bulan pemakaian dalam sekali maintenace dari hal ini juga dapat meningkatkan jumlah limbah B3 filter bekas di area TPS LB3. Setelah program Substitusi alat filter solar konvensional menjadi filter solar baby tersebut menghasilkan penurunan jumlah maintenace yang dimana untuk filter solar baby dapat digunakan 7-8 Bulan pemakaian dalam sekali maintenace sehingga sejalan dengan penggunaan filter solar yang lebih lama dan menurunkan jumlah Limbah Filter bekas sisa hasil kegiatan maintenace.



Nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa perubahan Rantai nilai dan keuntungan yang diperoleh dari program inovasi. Pada Perusahaan, Penurunan Limbah B3 Filter bekas tahun 2023 sebesar 2,58 Ton dan penghematan biaya sebesar Rp 25.800.000,- . Pada Konsumen, Peningkatan nilai PA dan MA alat berat karena unit dapat beroperasi dengan optimal. Pada supplier, meningkatkan penjualan dari permintaan jumlah barang yang di produksi sebanyak 1 unit setiap tahun.

19

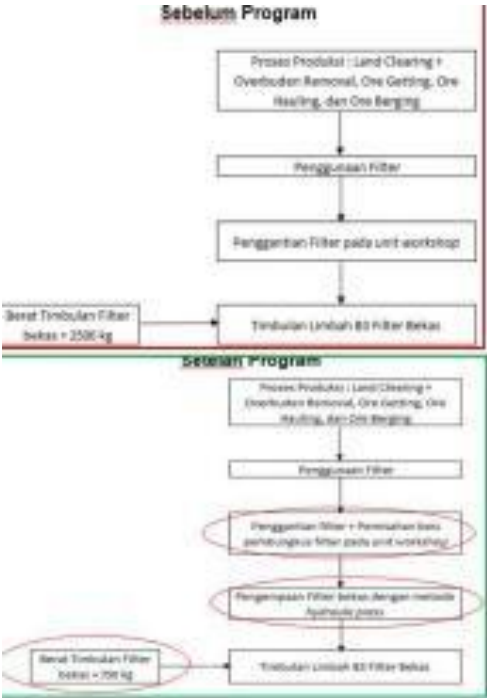
PT Mifa Bersaudara

BABY (Aplikasi Recovery Fuel Filter Waste Menggunakan Baby Filter Alfa Laval)

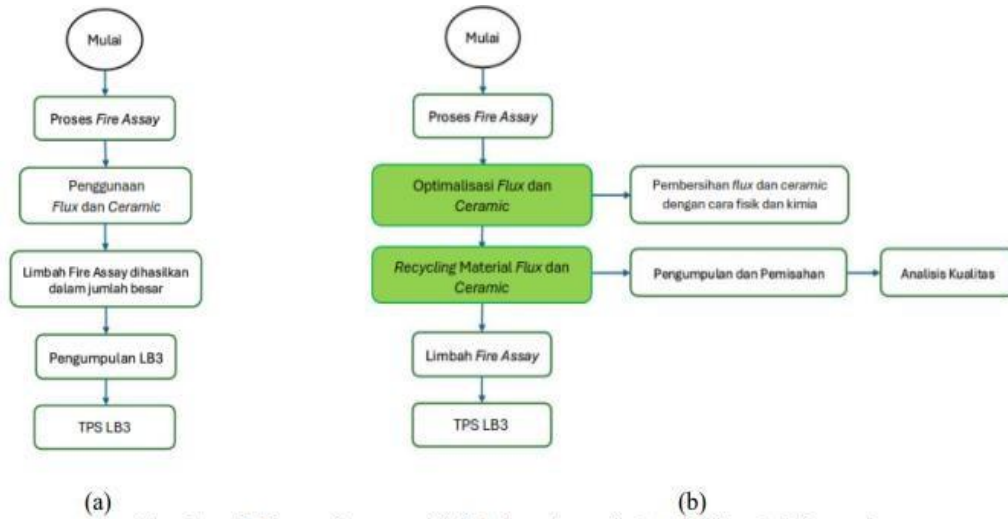
Sebelum adanya program, PTAR memerlukan Cyanide pada leaching proses untuk membantu memisahkan emas dari batuan/ore dan mineral lainnya. Cyanide ini nantinya akan disuplai menggunakan plastic packaging yang mana akan memberikan dampak ekuivalen terhadap pemakaian cyanide yang turut meningkat seiring meningkatnya target produksi. Setelah adanya program, Dilakukan Instalasi Cyanide Containment Tank untuk keperluan penyimpanan cyanide. Pada proses pembelian cyanide pihak ketiga akan menggunakan truck tank dengan kapasitas 21.000 liter. Kemudian pada proses unloading tank dari truck akan dilakukan pertukaran dari Cyanide Containment Tank yang terisi dengan cyanide liquid dengan Cyanide Containment Tank yang kosong.



Program ini termasuk dalam perubahan penambahan komponen dengan nilai tambah Layanan Produk serta termasuk dalam klasifikasi product improvement karena terdapat substitusi media pengemasan cyanide untuk mengurangi timbunan limbah B3. Anggaran biaya program inovasi ini sebesar Rp. 15.572.709.000. Inovasi ini juga didasarkan pada kajian LCA yang terletak pada unit proses leaching & adsorption dan termasuk dalam kategori perbaikan lingkungan use dengan klasifikasi efficient product conception minimizes packaging required dikarenakan penggunaan metode sistem trucking pada pembelian cyanide

20	PT. Hengjaya Mineralindo	“HydrauLite Filter Initiative : Manual Hydraulic Press Filter”
	Sebelum program inovasi, filter yang digunakan untuk mendukung aktivitas tambang dilengkapi dengan besi pembungkus. Seiring pemakaiannya, besi pembungkus filter akan ikut tercemar ceceran oli dari filter. Besi pembungkus yang merupakan bagian dari filter yang memiliki bobot yang cukup berat ini pun akan ikut terbuang bersama filter ketika penggantian, sehingga menambah jenis dan massa timbuan limbah B3 berjenis filter bekas. Setelah program dilakukan, filter yang telah selesai digunakan akan dipisahkan dari besi pembungkusnya. Selain itu, filter lalu akan dikempa dengan metode hydraulic press untuk mengurangi volume filter karena adanya pengurangan kadar oli yang terkandung didalamnya, sehingga berat timbuan filter akan berkurang.  inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses produksi melalui pengurangan timbuan limbah B3 jenis filter bekas (reagent hazards reduced). Selain itu, apabila ditinjau dari Four Types of Waste Value, inovasi ini berada di siklus Design & Sourcing untuk mencegah terjadinya Wasted Resources yaitu melalui metode pemisahan besi pembungkus dan pengempaan atau penekanan yang dilakukan pada filter sehingga mengurangi timbuan limbah B3 jenis filter bekas yang dihasilkan	
21	PT. J. Resources - Bolaang Mongondow Blok Bagan	“ASSAY-CLEAN: Optimalisasi Pengelolaan Limbah Fire Assay.”
	Ide ini berawal dari hasil evaluasi internal manajemen PT J Resources Bolaang Mongondow dalam rangka mewujudkan Pengurangan Limbah B3 Fire Assay, meskipun jumlahnya relatif kecil dibanding limbah lainnya, fire assay memiliki sifat berbahaya yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Selain itu, pengamatan terhadap praktik industri lain menunjukkan	

adanya peluang pengurangan limbah melalui optimalisasi penggunaan bahan baku dan proses



Gambar 7. Skema Program: (a) Sebelum Inovasi; dan (b) Sesudah Inovasi

Kondisi Sebelum adanya inovasi adalah pengelolaan limbah Fire Assay (B33101) di PT J Resources Bolaang Mongondow (JRBM) masih dilakukan dengan metode konvensional, di mana ceramic yang dihasilkan dalam proses pengujian emas langsung dibuang sebagai limbah B3. Kondisi Setelah adanya inovasi ialah PT J Resources Bolaang Mongondow berhasil mengimplementasikan teknologi dan prosedur baru yang memungkinkan pengoptimalan penggunaan ceramic dalam proses Fire Assay. Limbah yang dihasilkan dapat dikurangi secara signifikan melalui daur ulang ceramic yang masih layak pakai dan pengembangan bahan pengganti yang lebih ramah lingkungan.

22 PT. Aneka Tambang (Persero), Tbk. - UBP Bauksit Tayan

Pergantian Metode pada Proses Pengujian Sampel dari Metode Wet Al₂O₃ dan TSiO₂ Menjadi Tabung Sinar X Eksitasi Atom

Proses analisis komposisi kimia, khususnya untuk parameter Al₂O₃ (aluminium oksida), Fe₂O₃ (besi oksida), TSiO₂ (silika), dan TiO₂ (titanium dioksida), memerlukan penggunaan bahan kimia yang cukup banyak, termasuk Limbah B3. Salah satu tujuan utama inovasi ini adalah mengurangi limbah B3 dengan menekan penggunaan bahan kimia yang signifikan dalam Metode WET, sementara metode sinar X eksitasi atom secara drastis mengurangi ketergantungan pada bahan kimia tersebut. Penggunaan teknologi sinar X eksitasi atom juga memberikan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional.



Gambar 11. Skema Program Inovasi 3R LB3

Program ini berdampak pada perubahan Sub Sistem dengan nilai tambah rantai nilai dimana terjadi perubahan metode analisa pengujian bauksit yang dilakukan oleh perusahaan. Sebelum adanya program, proses analisis sampel bijih bauksit memerlukan waktu yang cukup lama, yaitu hingga tiga hari per sampel melibatkan empat parameter, yaitu Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TSiO_2 , dan TiO_2 . Setelah adanya program, proses analisis menjadi jauh lebih cepat dan efisien. Setiap sampel dapat dianalisis dalam waktu 4 menit. Metode ini juga menyederhanakan fokus pengujian, dengan hanya menggunakan dua parameter utama, yaitu Al_2O_3 dan TSiO_2 , tanpa mengorbankan kualitas hasil yang diinginkan

23 PT. Gag Nikel

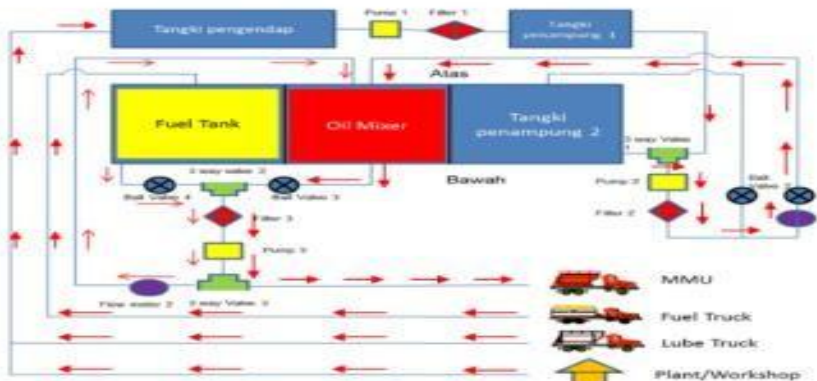
“Reduce RDT”

Program Inovasi Reduce RDT merupakan tipe inovasi penambahan komponen untuk pengurangan limbah (material efficiency) pada saat cek kesehatan dari penyakit malaria. Tes kesehatan yang sebelumnya menggunakan RDT sekali pakai, diganti dengan penggunaan preparat laboratorium yang dapat dipakai ulang. Apabila ditinjau dari LCA, Inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan dalam lingkup waste melalui pengurangan limbah dalam proses non-produksi yaitu proses penunjang.



Gambar 13 Skema Reduce RDT

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa pengurangan timbulan limbah B3 pada tahun 2024 sebesar 0,03 Ton (data hingga bulan Juni) serta penurunan biaya atau penghematan sebesar Rp 224.000. Selain itu, inovasi ini memiliki nilai tambah perubahan perilaku yaitu meningkatkan kesadaran terhadap pekerja tentang pentingnya upaya penanganan timbulan limbah B3 di perusahaan serta memberikan dampak positif terhadap lingkungan dengan berkurangnya timbulan limbah B3.

24	PT. Indominco Mandiri	“Pemanfaatan Oli Bekas untuk Substitusi Bahan Bakar pada Kegiatan Blasting (OBLASTING)
Kegiatan pertambangann batubara didominasi oleh penggunaan kendaraan berat untuk aktivitas hauling. Hal ini berdampak pada timbulan oli bekas yang dihasilkan dari kegiatan pemeliharaan kendaraan. Untuk itu dilakukan inovasi pemanfaatan minyak pelumas bekas untuk dicampurkan dengan solar menjadi fuel oil sebagai pengganti ANFO pada kegiatan blasting. Inovasi ini merubah skema penggunaan bahan peledak yang sebelumnya didatangkan dari luar dan disimpan di gudang handak, saat ini disubstitusi dengan memanfaatkan limbah B3..		
  Inovasi ini merupakan perubahan sub-sistem dalam mensubstitusi bahan peledak untuk kegiatan blasting di pit, dengan Value Creation berupa perubahan rantai nilai dari limbah B3 oli bekas yang sebelumnya disimpan di TPS lalu dikelola lanjutan oleh pihak ketiga berijin, kini dimanfaatkan hingga 75% dari komposisi bahan bakar untuk substitusi ANFO. Dalam hal Life Cycle Thinking, inovasi ini mengurangi secara signifikan penggunaan bahan peledak baik secara kuantitas maupun sektor transportasi yang artinya turut menurunkan emisi.		

25	PT. Arutmin Indonesia Tambang Senakin	EFISIENSI KERJA ALAT ANGKUT DENGAN OPTIMASI IPD UNTUK PENURUNAN TIMBULAN FILTER OLI BEKAS
Pada umum nya proses penempatan batuan penutup di area Out Pit Dump (OPD) dengan jarak 3,5 KM, dengan adanya inovasi ini jarak angkut penempatan batuan penutup jadi lebih dekat, sehingga timbulan limbah B3 berkurang. Efisiensi Kerja Alat Angkut Dengan Optimasi IPD Untuk Penurunan Timbulan Filter Oli Bekas memiliki unsur kebaruan dan merupakan metode baru.		



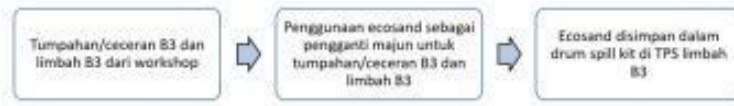
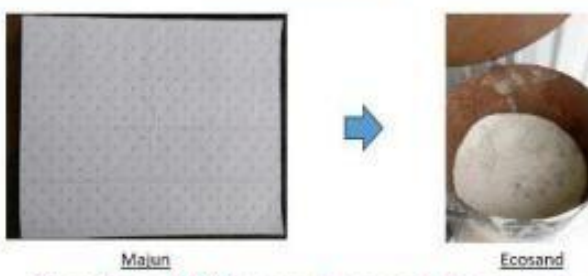
Gambar 7.3 Skematis Inovasi

Secara keseluruhan, terdapat perubahan sub sistem, berupa metode dumping Efisiensi Kerja Alat Angkut Dengan Optimalisasi IPD Untuk Penurunan Timbulan Filter Oli Bekas yang dapat diterapkan di tambang lain (product sharing). Program inovasi ini mampu mengurangi timbulan limbah B3 filter oli bekas sebesar 3,02 ton dan berhasil mengurangi dampak lingkungan pencemar setara dengan penghematan anggaran sebesar Rp 8.456.000 pada tahun 2024. Secara keseluruhan, terdapat perubahan sub sistem, berupa metode dumping Efisiensi Kerja Alat Angkut Dengan Optimalisasi IPD Untuk Penurunan Timbulan Filter Oli Bekas yang dapat diterapkan di tambang lain (product sharing). Program inovasi ini mampu mengurangi timbulan limbah B3 filter oli bekas sebesar 3,02 ton dan berhasil mengurangi dampak lingkungan pencemar setara dengan penghematan anggaran sebesar Rp 8.456.000 pada tahun 2024.

26	PT. Bhumi Rantau Energi	“Implementasi Oil Spray Degreaser untuk Mengurangi Limbah Majun Terkontaminasi”
	Program Implementasi Oil Spray Degreaser untuk Mengurangi Limbah Sarung Tangan dan Majun Terkontaminasi merupakan program pembersihan ceceran oli dari kegiatan workshop dengan menggunakan oil spray degreaser, sehingga penggunaan sarung tangan dan majun berkurang. Sebelum adanya program, PT Bhumi Rantau Energi menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan limbah yang dihasilkan dari tingginya intensitas penggunaan alat berat seperti heavy duty, wheel loader, dan peralatan berat lainnya. Setiap kali alat berat digunakan, terjadi ceceran oli yang cukup signifikan, terutama saat perawatan rutin. Ceceran oli ini mengharuskan penggunaan majun dalam jumlah besar untuk membersihkannya. Akibatnya, jumlah limbah majun terkontaminasi oli meningkat pesat. Setelah adanya program, PT Bhumi Rantau Energi menggunakan oil spray degreaser, yang berhasil mengurangi limbah majun terkontaminasi oli hingga 70%.	

	Sebelum Program Setelah Program
	Inovasi ini termasuk Perubahan Komponen dengan nilai tambah Layanan Produk dan klasifikasi Material Efficient Manufacturing. Dampak positif yang didapatkan oleh perusahaan adalah pengurangan timbulan limbah sarung tangan dan majun terkontaminasi. Sedangkan dampak positif yang didapatkan oleh kontraktor adalah terjaganya sumber air masyarakat karena tidak ada pencemaran sekunder. Program ini terintegrasi dengan kajian LCA yang berada pada unit workshop sehingga dapat mengurangi dampak Global Warming Potential sebesar 1874,67 kg CO₂ ek. Selain itu terhadap peluang perbaikan lingkungan akibat penerapan Life Cycle Assessment berada pada tahap siklus Production dengan Reagent Hazards Reduced, dikarenakan dalam penggunaan oil spray degreaser dapat mengurangi penggunaan majun. Kemudian dihadapkan pada Circular Business Model tergolong pada Waste Lifecycles karena terdapat Lifecycle Service to Maintain yang lebih ramah lingkungan
27	PT. Semesta Centramas CLEAN HD - Pengurangan Limbah Grease Bekas melalui Modifikasi Grease Bank Attachment (GBA-MOD) pada Unit HD
	Sebelum dilakukan inovasi program proses maintenance unit HDT pada operasional penambangan berpotensi menimbulkan luapan grease dari penampung grease utama. Luapan grease yang tercecer pada unit HDT dan area landasan pada PIT-STOP menimbulkan kontaminasi pada produk grease sehingga B3 tersebut tidak dapat digunakan kembali dan harus masuk kedalam TPS Limbah B3. Setelah dilakukan inovasi program luapan grease yang berhasil tertampung pada secondary reservoir Grease Bank dapat dipergunakan kembali sehingga mengurangi cost pengadaan produk grease untuk kebutuhan unit alat berat yang beroperasi di PT Semesta Centramas. Selain itu, program inovasi secondary reservoir grease bank dapat mengurangi waktu henti unit sehingga dapat mengoptimalkan target produksi perusahaan. Sebelum adanya program Setelah adanya program Sebelum Inovasi Sesudah Inovasi Program CLEAN HD - Pengurangan Limbah Grease Bekas melalui Modifikasi Grease Bank Attachment (GBA-MOD) dilaksanakan di unit Land Clearing dan Top Soil Removal termasuk dalam ruang lingkup Production yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Dalam Life Cycle Assessment produk batu bara, unit tersebut termasuk dalam ruang lingkup core process. Pelaksanaan program ini berdampak menurunkan timbulan limbah grease bekas pada tahun 2023 sebesar 1,33 ton dengan penghematan biaya penghematan sebesar Rp 4.989.600. Program ini berdampak pada

	perubahan komponen dengan nilai tambah perubahan layanan produk dimana program ini membawa dampak positif bagi Perusahaan penurunan timbulan limbah B3 jenis grease dan efisiensi lead time produksi	
28	PT Indonesia Chemical Alumina	Substitusi Metode Block Stacking Menjadi Stacking Frames Untuk Menurunkan Limbah Kemasan Bekas B3
Sebelum program berjalan, proses loading unloading di Unit Storage Alumina menjadi tiga tingkatan dan tanpa adanya struktur pemuat dan pembatas. Metode ini menyebabkan tekanan pada produk yang berada pada lapisan terbawah, hal ini juga memberikan dampak kerusakan dan kebocoran terhadap produk sehingga menghasilkan kemasan bekas yang termasuk kedalam limbah B3. Limbah Kemasan Bekas B3 yang dihasilkan oleh PT Indonesia Chemical Alumina mencapai 70,30 Ton pada tahun 2022. 60% dari total limbah kemasan bekas B3 yaitu sebesar 42,18 Ton berasal dari kemasan bekas produk yang rusak di Unit Storage Alumina. Setelah adanya program perusahaan menerapkan metode Stacking Frames pada proses loading unloading di Unit Storage Alumina yang meningkatkan efisiensi pada proses pemindahan dan pengambilan serta waktu loading dan unloading produk. Metode ini menggunakan rak khusus yang lebih terorganisir dan vertikal Metode ini mampu mengurangi produk yang mengalami kerusakan baik akibat tekanan maupun pada saat proses pemindahan dan pengambilan produk sehingga mengurangi timbulan kemasan bekas B3 sebesar 9,356 Ton pada tahun 2023. Selain itu metode ini memberikan efisiensi untuk tenaga kerja yang dibutuhkan, biaya operasional, dan meningkatkan penggunaan ruang serta kapasitas gudang. Metode ini juga memberikan efisiensi pada waktu loading unloading di Unit Storage Alumina menjadi hanya 2 jam saja dan mengurangi potensi kecelakaan kerja serta tidak terjadinya kerugian material. Program inovasi ini berdampak pada perubahan perubahan komponen sebagai langkah untuk melakukan process improvment untuk mencapai nilai tambah Layanan Produk.		

29	PT. Mitra Stania Prima - Tambang	"Ecosand"
	Program Inovasi Ecosand merupakan tipe inovasi perubahan komponen yaitu Process Improvement karena kegiatan ini mempengaruhi proses operasional perusahaan. Proses ini dilakukan dengan cara mengganti majun dengan ecosand untuk pengurangan potensi pencemaran limbah B3. program perbaikan lingkungan yang dilakukan pada bagian limbah (waste) melalui pengurangan limbah B3 dengan cara menggunakan ecosand yang ada untuk diolah sebagai substitusi yang lebih ramah lingkungan. Selain itu, apabila ditinjau dari Four Types of Wasted Value, inovasi ini berada di siklus design and sourcing untuk mencegah terbentuknya wasted resources yaitu melalui Ecosand yang mampu mengurangi timbulan limbah B3 majun. Skema sebelum inovasi:  <pre> graph LR A[Tumpahan/ceceran B3 dan limbah B3 dari workshop] --> B[Penggunaan majun untuk membersihkan tumpahan/ceceran B3 dan limbah B3] B --> C[Timbulan majun tinggi] C --> D[Majun yang disimpan di TPS Limbah B3] D --> E[Majun diangkut oleh pihak pengangkut] </pre> Skema setelah adanya inovasi Ecosand:  <pre> graph LR A[Tumpahan/ceceran B3 dan limbah B3 dari workshop] --> B[Penggunaan ecosand sebagai pengganti majun untuk tumpahan/ceceran B3 dan limbah B3] B --> C[Ecosand disimpan dalam drum spill kit di TPS limbah B3] </pre>  Gambar 12 Skema Inovasi Ecosand Inovasi ini memiliki nilai tambah perubahan perilaku yaitu meningkatkan kesadaran pekerja terhadap pentingnya upaya pengurangan limbah B3 (untuk pegawai perusahaan) serta memberikan dampak positif ke lingkungan dengan berkurangnya limbah B3 majun oleh perusahaan akibat penggunaan majun digantikan dengan pasir untuk mengatasi ceceran oli di kawasan sekitar perusahaan	
30	PT Borneo Indobara - Pelabuhan (Terminal Untuk Kepentingan Sendiri)	Seepage Detection Pada Komponen Final Drive Excavator Dengan Nozzle Jet Pump
	Sebelum adanya program, dalam melakukan kegiatan pertambangan batu bara, excavator merupakan alat penting yang digunakan untuk berbagai operasi berat di area tambang salah satunya digunakan untuk penggalian overburden. Setelah adanya program, Setelah pembersihan final drive dilakukan dengan nozzle jet pump, kebocoran oli lebih mudah dideteksi dan dicegah. Hal ini membuat excavator bekerja lebih optimal dan meningkatkan produktivitas sambil mengurangi downtime. Pada tahun 2023, limbah oli bekas yang dihasilkan berkurang menjadi 0 ton.	



Pencucian menggunakan aliran air menyebar (Selang)

Rembesan atau Ceceran Oli Bekas yang tidak terdeteksi

Intensitas limbah Oli
0,000000061 Ton/Ton

TPS Limbah B3

Skema Sebelum Program



Pencucian menggunakan metode hose down spraying dengan nozzle jet pump

Rembesan atau Ceceran Oli Bekas yang terdeteksi

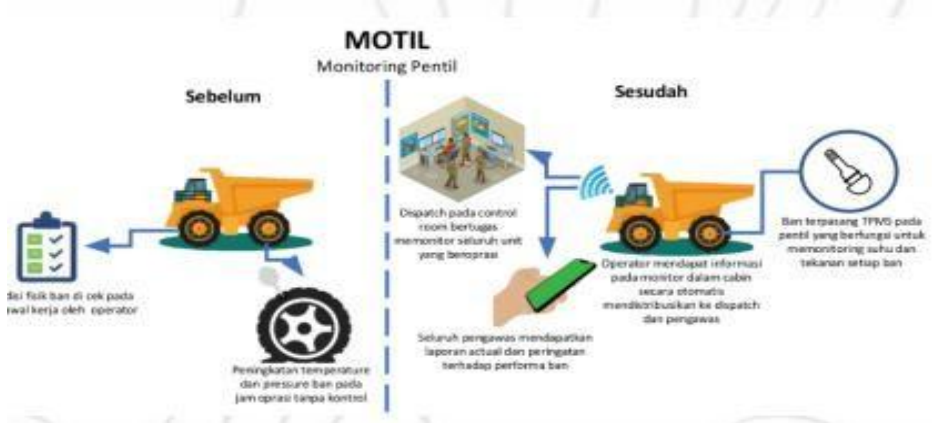
Intensitas Limbah Oli
0,000000000 Ton/Ton

TPS Limbah B3

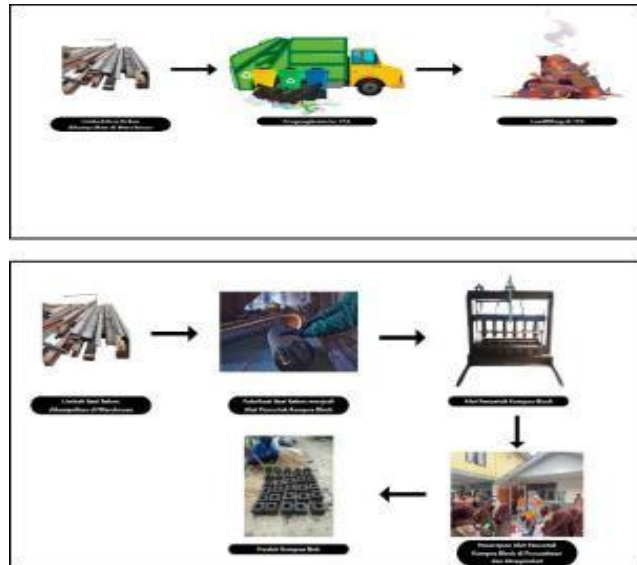
Skema Sesudah Program

Program juga memberikan nilai tambah yaitu perubahan perilaku dengan adanya perubahan terhadap proses reclaiming pada final drive 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 mengurangi limbah oli akibat kegiatan operasional yang tinggi sehingga membuat high temperature dan mempercepat keausan pada final drive. Value Creation yang terjadi pada tahun 2023 program ini mampu menurunkan limbah B3 (absolut) sebesar 2,575 Ton dengan penghematan yang dihasilkan sebesar Rp. 38.623.513 dari anggaran awal sebesar Rp.54.657.800,00.

3R Limbah Non-B3

No	Nama Perusahaan	Judul Inovasi
1	PT. Adaro Indonesia	REBOTIK (Recycle Botol Plastik)
	PT Adaro Indonesia memiliki komitmen dalam melakukan upaya perbaikan lingkungan khususnya terkait upaya pengurangan timbulan limbah Non B3. Pada tahun 2023, PT Adaro Indonesia melakukan implementasi program unggulan di bidang pengurangan limbah Non B3 yaitu program MOTIL (Monitoring Pentil) Memperpanjang Umur Pakai Ban HD 785/777 Dengan Metode Monitoring Tekanan Dan Temperatur Ban. Kegiatan ini dilakukan di unit proses OB Stripping. PT Adaro Indonesia berhasil mengurangi jumlah timbulan limbah Non B3 jenis ban bekas dengan modifikasi metode monitoring dan pengecekan temperature dan tekanan ban HD.  Gambar 11. Alur Mekanisme Sebelum (a) dan Setelah (b) Inovasi	
	Program ini berdampak pada Perubahan Sub Sistem dimana terdapat modifikasi sistem monitoring temperatur dan tekanan pada ban HD di proses produksi batubara. Berdasarkan uraian deskripsi, program ini berdampak pada waste life cycles, dimana dampak lingkungan yang dihasilkan adalah pengurangan timbulan limbah ban bekas tahun 2023 pada proses OB Stripping sebesar 25,84 ton. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah perubahan rantai nilai (value chain optimisation) dan keuntungan bagi produsen/perusahaan adalah pengurangan timbulan limbah non B3 ban bekas sebesar 25,84 ton atau setara dengan penghematan sebesar Rp. 4.701.048.405.	
2	PT. Antang Gunung Meratus	Rekayasa Welding Waste menjadi Molding Machine

Program Rekayasa welding waste sebagai molding machine merupakan salah satu program pemanfaatan limbah besi bekas yang dilakukan oleh PT Antang Gunung Meratus dalam mengurangi timbulan limbah non B3 yang dibuang ke tempat pembuangan akhir/pegepul. Pada program ini, limbah besi bekas yang dihasilkan dari proses welding dimanfaatkan menjadi molding machine untuk mendukung fabrikasi produk berdaya guna tinggi dan ramah lingkungan. Sebelum adanya program, PT Antang Gunung Meratus menghasilkan limbah besi bekas hanya dibuang atau dikirim ke pengolah limbah yang membutuhkan biaya lebih untuk pengelolaan limbah besi bekas. Program ini masuk sebagai Sub-Sistem yang termasuk dalam klasifikasi Product Sharing karena



Skema Sebelum dan Sesudah Program

teknologi yang dikembangkan perusahaan dapat digunakan oleh masyarakat. Inovasi ini memiliki nilai tambah rantai nilai dimana program ini memberikan dampak yang dirasakan oleh dua lingkup penerima manfaat yaitu untuk perusahaan dan masyarakat. Berdasarkan kajian LCA yang terletak pada workshop dan memberikan penurunan dampak Global Warming Potensial sebesar 3,5424 kg CO₂ ek.

3	PT. Arutmin Indonesia Tambang Batulicin	KOMPAS (Kompos Organik Masal Produksi Alat Sederhana)
---	---	---

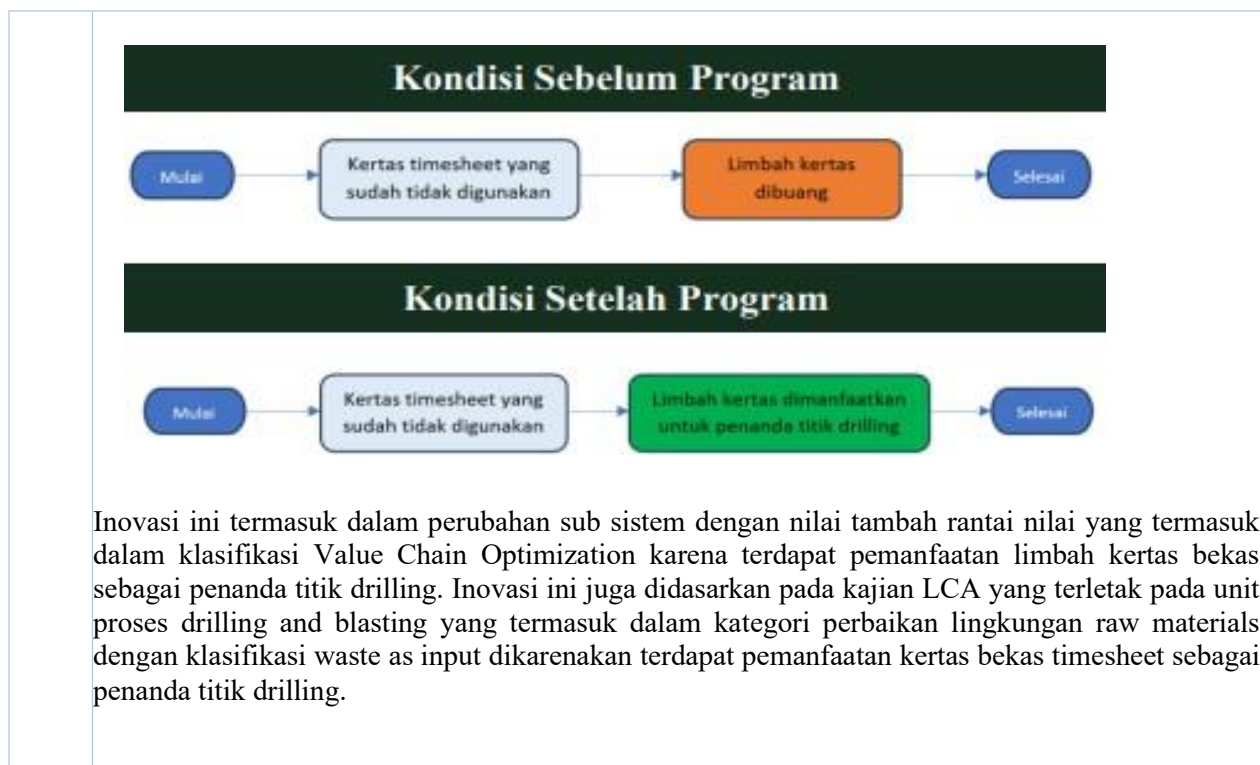
Dalam proses mengurangi timbulan plastik khususnya polybag, dilakukan pemanfaatan media tanam alternatif tanpa menggunakan polybag dengan program yang dibuat yaitu: KOMPAS (Kompos Organik Masal Produksi Alat Sederhana) yang akan mengurangi timbulan plastik. Selain mengurangi timbulan plastik juga sangat efektif untuk produksi media tanam secara masal. Ide tersebut berawal dari upaya peningkatan efisiensi kegiatan pembibitan. Sebelumnya, dengan proses pembibitan menggunakan plastik polybag, dalam periode 1 tahun dibutuhkan sebanyak 0,21 ton plastik polybag untuk memproduksi 120.000 bibit. Dengan menerapkan KOMPAS, kebutuhan plastik polybag dapat dihilangkan, sehingga mampu menghemat biaya sebesar Rp 5.400.000 pada tahun 2023.



Inovasi ini dilakukan pada tingkat perubahan komponen yang memberikan dampak pada kualitas layanan produk karena fokus utamanya adalah pada penggunaan teknologi yang lebih ramah lingkungan dan efisien dalam kegiatan pembibitan. Inovasi ini mengurangi potensinya timbulnya limbah plastik polybag akibat kegiatan pengisian untuk pembibitan dan penanaman area reklamasi

4	PT. Berau Coal - Site Binungan	“Eco-Marking: Transformasi Kertas Bekas Menjadi Penanda Titik Drilling”
----------	---------------------------------------	--

Sebelum adanya program, pada proses blasting yang merupakan salah satu tahapan awal operasional pertambangan, penanda titik drilling menggunakan pita plastik. Di sisi yang lain, kertas bekas timesheet yang dihasilkan dari seluruh kegiatan operasional pertambangan hanya berakhir pada TPS tanpa ada pengelolaan lebih lanjut. Timbulan kertas bekas pada tahun 2022 yaitu sebesar 4,85 ton. Setelah adanya program, titik drilling pada proses blasting ditandai dengan memanfaatkan kertas bekas timesheet. Timesheet yang sudah tidak lagi digunakan akan dikumpulkan lalu didistribusikan kepada tim blasting di lapangan.



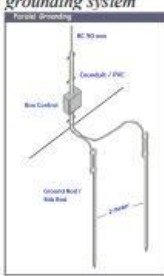
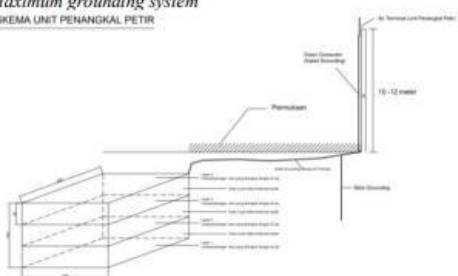
5	PT. Berau Coal - Site Sambarata	“Penggunaan Barcode Logbook Izin Masuk Area Pit”
PT Berau Coal Site Sambarata tidak terlepas dari keperluan administratif yang membuat tingginya penggunaan kertas dan timbunan limbah kertas yang dihasilkan. Salah satu sumber keperluan administratif tersebut berasal dari perizinan masuk-keluar area pit lewat pembatasan unit Light Vehicle (LV) dalam rangka mengurangi mobilisasi unit LV. Sebelum adanya program, setiap driver unit LV yang masuk atau keluar area pit pertambangan harus mengisi logbook manual untuk me-register unit LV dengan menggunakan kertas. Setelah adanya program, penggunaan kertas dalam upaya pembatasan unit LV dapat dieleminasi oleh karena diimplementasikannya pengisian logbook melalui sistem digital menggunakan barcode. Dengan adanya program ini, efisiensi operasional meningkat karena kemudahan proses pencatatan dan pelacakan data secara real-time. Kondisi Sebelum Program  <pre> graph LR A[PEMBATAAN LV] --> B[LOG BOOK MANUAL] B --> C[PENGGUNAAN KERTAS] </pre> Kondisi Setelah Program  <pre> graph LR A[PEMBATAAN LV] --> B[LOG BOOK BARCODE] B --> C[PENGURANGAN PENGGUNAAN KERTAS] </pre> Berdasarkan kajian tersebut, program ini termasuk dalam kategori perbaikan lingkungan use dengan klasifikasi use of product neither consumes material nor generates waste karena registrasi masuk-keluar area pit pertambangan dengan berbasis sistem digital menggunakan barcode yang mengeliminasi penggunaan kertas. Program ini mampu menurunkan dampak Global Warming Potential sebesar 2,8707 kgCO₂ek pada tahun 2023. Inovasi ini juga mendukung circular business model melalui upaya pengelolaan wasted lifecycles. Value creation dari inovasi ini yaitu dapat		

mengeliminasi penggunaan kertas sehingga menurunkan timbulan limbah kertas bekas sebesar 0,05 ton pada tahun 2023. Penghematan biaya yang ditimbulkan dari program ini yaitu sebesar Rp1.175.068 pada tahun 2023.

6 PT. Kaltim Prima Coal

Instalasi Penangkal Petir dengan Memanfaatkan Limbah Besi Welding

Sistem pembumian penangkal petir (grounding system) adalah suatu rangkaian instalasi yang tertanam di dalam tanah dan berfungsi untuk melepaskan arus petir ke dalam bumi atau membuang arus berlebih pada instalasi listrik. Tingkat kehandalan sebuah grounding bergantung pada nilai konduktivitas logam terhadap tanah yang berhubungan secara langsung atau logam tertanam. Semakin konduktif tanah terhadap benda logam, grounding semakin bekerja dengan baik. PT KPC merupakan tambang batubara dengan area yang cukup luas membutuhkan alat komunikasi (radio dan dispatch), alat pantau (CCTV), dan jaringan yang kuat untuk kebutuhan pengiriman data secara cepat di setiap area operasional. Hal ini membutuhkan kehandalan konektifitas yang didukung oleh perangkat dan peralatan komunikasi

	Sebelum Program	Setelah Program
Area Instalasi	Pad CCTV Pinang South 2 membutuhkan tahanan sebesar 656 Ω m (jenis tanah berpasir)	
Bentuk penangkal petir	Paralel grounding system 	Maximum grounding system 
Elektroda yang diperlukan	23 batang (tahanan @22,89 Ω) @Rp 1.500.000 x 23 = Rp 34.500.000	1 batang (tahanan @22,89 Ω) @Rp 1.500.000
Lebar area grounding	2 meter x 45 meter = 90 m ² Kedalaman 2 meter	2 meter x 2 meter = 4 m ² Kedalaman 1,5 meter
Pemanfaatan limbah besi welding		650 kg atau 0,65 ton Potongan limbah besi disusun dan disambung (dilas) membentuk rangka jaring-jaring 3 lapis dengan ketebalan masing-masing 0,5 m
Area instalasi 1 unit alat pemancar + penangkal petirnya	620 m ² atau 0,062 hektar	404 m ² atau 0,0404 hektar
Total biaya instalasi	Rp42.273.697	Rp24.464.982
Penghematan	Rp17.808.715	

Dampak lingkungan dari program ini adalah dapat mengurangi timbulan limbah besi welding sebesar 1,3 ton di tahun 2023 dan 2024 dengan penghematan sebesar Rp35.617.430. Program ini memiliki nilai tambah disebabkan inovasi yang dilakukan terkait perubahan sistem yaitu: - Perubahan Rantai Nilai Perubahan rantai nilai inovasi ini adalah perubahan system. Dikarenakan program ini merubah bentuk instalasi grounding dari bentuk paralel grounding system menjadi maximal grounding system. - Perubahan layanan produk Inovasi ini berhasil merubah layanan produk, dimana sebelumnya menggunakan lebih dari 1 elektroda sesuai dengan nilai tahanan yang diperlukan, dengan adanya program ini elektroda yang digunakan hanya 1 batang. - Perubahan perilaku Inovasi ini merubah perilaku karyawan yang sebelumnya limbah besi sisa hasil welding langsung dikirim ke scrap yard, saat program ini dijalankan, karyawan mengumpulkan limbah besi sisa hasil welding untuk selanjutnya dimanfaatkan sebagai bahan instalasi grounding system

7	PT Kideco Jaya Agung	“One Kideco (Mining Operation Data Digitalization)”
	Program One Kideco tergolong dalam perubahan sub sistem dimana terjadi Value Chain Optimization pada kegiatan operasional. Perubahan ini terjadi terdapat penyesuaian strategis dari proses perusahaan untuk mencapai hasil optimal dalam rantai nilai yaitu dengan adanya pengurang terhadap timbulan limbah, efisiensi sumber daya dan pengurangan dampak lingkungan yang  Gambar 10 Skema perubahan sebelum dan sesudah inovasi dihasilkan. Teknologi inovasi One Kideco yang dikembangkan oleh PT Kideco Jaya Agung telah memperoleh paten dari HAKI, yaitu sebagai Program Komputer untuk program yang digunakan dalam kegiatan Operasional PT Kideco Jaya Agung dengan Nomor Paten 000596800 yang terbit pada tanggal 25 Juni 2021, di Jakarta Selatan. Program inovasi One Kideco sebagai Mining Operation Data Digitalization untuk proses perkantoran dilingkup Gate yang telah masuk ruang lingkup dan terintegrasi pada kajian LCA tahun 2024. Dalam Life Cycle Assessment prosuk Batubara termasuk dalam ruang lingkup Waste dimana tidak terbentuknya timbulan limbah akibat kegiatan perkantoran yang dilakukan.	
8	PT. Mandiri Intiperkasa	Reinforce GET
	Program ini berupa inovasi memodifikasi ulang teeth bucket PC 2000 bekas. Inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada Sektor Pertambangan batubara atau Menurut Best Practice 2020-2024 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan belum pernah diimplementasikan di sektor Pertambangan batubara. Program Reinforce GET telah mendapat sertifikasi GET MTG Academy dengan Paten Sederhana. Program Reinforce GET berdampak pada perubahan komponen dimana terdapat penambahan alat pada proses produksi dengan penjelasan sebagai berikut: Kondisi sebelum adanya program: sebelum inovasi ini dilakukan, jika ada peralatan yang rusak maka tim maintenance harus menunggu karena perbaikan harus dilakukan di luar site sehingga menambah biaya dan kurang efektif dalam segi waktu, sehingga alternatif yang dilakukan adalah dengan membuang begitu saja karena biaya mengeluarkan alat dari site cukup mahal sehingga terjadi penumpukan scrap/material bekas.	

Kondisi setelah adanya program: setelah adanya inovasi ini, pekerjaan lebih efektif dikarenakan jika rusak langsung diperbaiki



Gambar 5 Evaluasi Reinforce GET

Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah timbulan teeth bucket PC 200 pada tahun 2023 sebesar 2.4 ton pencemar yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 12.000.000.

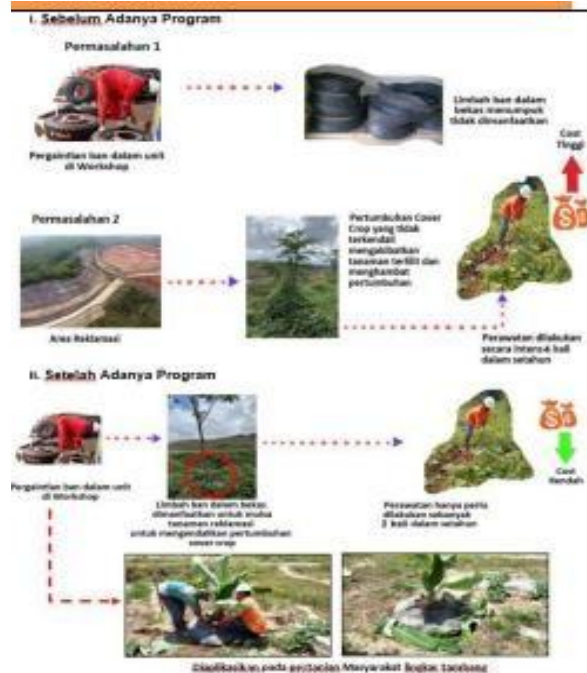
9	PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. - Unit Pelabuhan Tarahan	Struktur Chassis Spiderweb Berbasis Besi Bekas Sebagai Solusi Restorasi Terumbu Karang Berkelanjutan
---	--	---

Sebelum adanya program, pada operasional perusahaan terdapat timbulan limbah besi berbentuk bulat panjang (roundbar) dan hanya disimpan pada workshop dan TPS Limbah Non B3. Pengelolaan terumbu karang pada kawasan konservasi hanya dilakukan penanaman dengan transplantasi terumbu karang menggunakan cor semen. Pada proses penanaman terumbu karang dengan metode ini terdapat permasalahan yaitu terumbu karang yang telah ditransplantasi tidak memberikan ruang untuk spesies ikan berkembang disekitaran terumbu karang yang ditanami. Sesudah adanya program, limbah besi bekas dikelola lebih lanjut dengan dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kerangka berbentuk jaring laba-laba atau spiderweb yang nantinya akan digunakan sebagai media propagasi terumbu karang.



Seiring waktu, karang akan tumbuh dan menutupi kerangka spiderweb dan membentuk koloni baru. Struktur ini pada akhirnya akan menjadi bagian dari ekosistem laut yang utuh, mendukung kehidupan biota laut lain seperti ikan, moluska, dan alga. Program ini memberikan solusi kreatif terhadap dua masalah sekaligus: pengelolaan limbah industri dan pemulihan ekosistem terumbu karang. Program ini termasuk dalam perubahan penambahan komponen yang termasuk dalam klasifikasi product improvement dengan nilai tambah perubahan perilaku. Ditinjau dari dampak lingkungan berdasarkan LCA, program ini terletak pada unit proses crushing dan termasuk dalam kategori perbaikan lingkungan use dengan klasifikasi use of product neither consumes material nor gernerates waste dan menurunkan dampak global warming potential sebesar 13,769 kg CO2eq.

10	PT. Kuansing Inti Makmur	Pemanfaatan Mulsa Rumput dari Aktivitas Pemeliharaan Taman untuk Media Tanam Covercrop pada Area Reklamasi
Mulsa adalah bahan yang disebar atau diletakkan di atas permukaan tanah sebagai penutup. Saat ini sedang marak penggunaan ataupun pemanfaatan mulsa organik, dimana KIM turut melakukan inovasi dengan memanfaatkan mulsa organik dari rumput yang berasal dari aktivitas pemeliharaan tanaman. Mulsa rumput ini kemudian digunakan untuk menjadi media tanam covercrop pada area reklamasi. Upaya ini turut mengoptimalkan sisa proses dari suatu aktivitas dalam lingkup kegiatan pengelolaan pertambangan yang baik, termasuk memanfaatkannya pada area-area yang memerlukan.		
		
inovasi ini adalah perubahan rantai nilai dari limbah non-B3 yang semula dihasilkan dan menjadi limbah yang dibuang ke TPA, kini dapat dimanfaatkan lebih baik pada kegiatan reklamasi. Hal ini turut mendukung upaya Good Mining Practice yang berkelanjutan dan lebih ramah lingkungan pada kegiatan pendukung operasional. Adapun dukungan SDGs diperlihatkan pada poin (12) dan (13). Inovasi ini merupakan inovasi perubahan sistem pembuangan mulsa rumput yang biasanya dianggap sebagai limbah non-B3 saja dan berakhir dibuang ke Tempat Penampungan Air (TPA).		
11	PT. Arutmin Indonesia Tambang Kintap	MUSBADAL (MULSA BAN DALAM BEKAS)
Program ini mempunyai dampak dalam perubahan sub sistem yang merupakan Product Sharing pada lingkungan reklamasi perusahaan dan lahan pertanian masyarakat dalam mendukung pertanian berkelanjutan dengan memanfaatkan limbah non B3 sebagai mulsa yang mampu mengurangi pembelian mulsa, intensitas tenaga kerja perawatan, peningkatan pertumbuhan tanaman reklamasi perusahaan yang hidup sebanyak 20%/hektar. Program Musbadal memberikan nilai tambah perubahan rantai nilai dengan memberikan manfaat bagi perusahaan sendiri adalah pertumbuhan tanaman meningkat dari 60% menjadi 80% dalam 1 hektar. Bagi Konsumen atau Kontraktor mendapat keuntungan karena limbah non B3 yang memenuhi TPS juga berkurang sebanyak 0,13 ton.		



Gambar 8 Ilustrasi Program Sebelum dan Setelah MISCADAI

Bagi Masyarakat dapat diaplikasikan pada lahan pertanian sehingga mengurangi biaya pembelian mulsa dan herbisida secara rata rata Rp 700.000. Perubahan ini berhasil memanfaatkan timbulan sampah bekas sebesar 0,13 Ton yang setara dengan penghematan pengolahan sebesar Rp 187.500,-.

12

PT. Asmin Bara Bronang

A-PLUS BIOCHAR

Inovasi yang dilakukan adalah Program A-PLUS BIOCHAR Sebelum adanya program Pallet Kayu dan kayu hasil tebangan kegiatan land clearing menyumbang Timbulan Limbah Padat LB3 ke dua paling besar setelah sampah organik (sisa makanan). Pallet kayu dan kayu tersebut hanya dibuang dan tidak dimanfaatkan. Program A-PLUS BIOCHAR adalah inovasi pembuatan pupuk organik, dengan memanfaatkan sampah palet

kayu dan kayu sisa tebangan yang dicacah dan dijadikan arang menggunakan proses pirolisis. Kemudian dicampur dengan pupuk kompos (dari sampah dapur/domestik). Dengan penggunaan tambahan arang pada pupuk kompos tersebut sebagai pembenah unsur hara organik dan karbon aktif sehingga dapat meningkatkan kemampuan tumbuhan pada lahan pasca tambang untuk menyerap



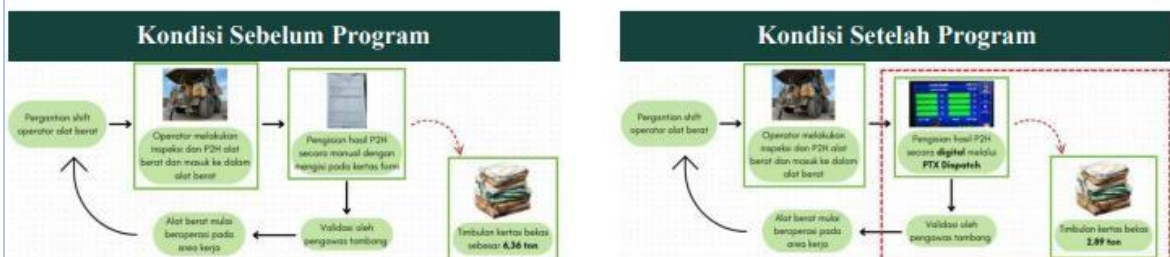
nutrisi.

Program ini termasuk ke dalam scope Life Cycle Assesment yaitu Cradle to Gate dan dilakukan pada land clearing yang merupakan hotspot, yaitu pada tahapan produksi. Program Inovasi ini merupakan perubahan sub-system dimana terjadi perubahan pola pemanfaatan limbah pallet yang menghasilkan Absolut sebesar 14 Ton/tahun setara dengan penghematan Rp 103.600.000.

13 PT. Berau Coal - Site Lati

“Aplikasi PTX Dispatch sebelum Pengoperasian Alat Berat”

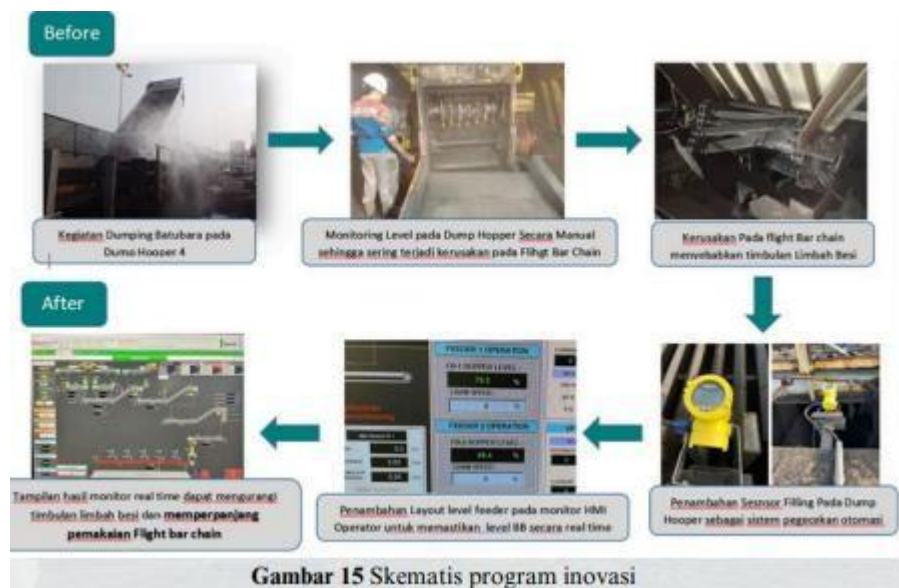
Sebelum adanya program, proses pemeriksaan dan pemeliharaan (P2H) yang dilaksanakan sebelum mengoperasikan alat berat pada kegiatan operasional pertambangan dilakukan dengan cara manual menggunakan pengisian pada form kertas yang digunakan untuk pelaporan pada command center. Akibat dari sistem lama ini kontraktor dan perusahaan mengalami kerugian waktu yang menyebabkan tersendatnya proses produksi, proses pelaporan membutuhkan waktu 45 menit dengan rincian pengecekan alat operasional 25 menit dan pelaporan 20 menit. Namun setelah adanya program ini, proses P2H tidak lagi dilakukan dengan cara manual menggunakan pengisian form pada kertas melainkan menggunakan teknologi PTX Dispatch. Program digitalisasi P2H alat berat melalui aplikasi PTX Dispatch memungkinkan inspeksi harian dicatat dan dipantau secara real-time tanpa menggunakan formulir kertas.



	Berdasarkan kajian tersebut, program ini termasuk dalam kategori perbaikan lingkungan use dengan klasifikasi use of product neither consumes material nor generates waste dikarenakan aplikasi PTX Dispatch yang mengeliminasi penggunaan kertas pada proses P2H alat berat. Program ini mampu menurunkan dampak Global Warming Potential sebesar 31,0564 kgCO₂ek pada tahun 2023. Inovasi ini juga mendukung circular business model melalui upaya pengelolaan wasted lifecycles.	
14	PT. Multi Harapan Utama	“Meningkatkan lifetime Tire Berdasarkan RTD dan TUR pada Unit DT Coal” Penggunaan alat angkut untuk kegiatan pertambangan dan pengangkutan hasil tambang merupakan aktivitas utama dalam Perusahaan tambang batu bara sehingga ban bekas merupakan salah satu limbah dominan dalam aktivitas tersebut, selain itu ada beberapa faktor yang menyebabkan timbulan ban bekas meningkat yaitu pendeknya masih pakai/lifetime dari ban DT tersebut, hal ini yang melatar belakangi inovasi Peningkatan lifetime time 12.00R24 berdasarkan RTD (remain tread depth), TUR (tread utilization ratio) pada unit DT Coal“ Perubahan yang dilakukan adalah perubahan sistem - rantai nilai (value chain optimization) yaitu mengubah kebiasaan tireman yang sebelumnya hanya berfokus pada remove install tire, pemasangan tire ke unit OB yang bersifat random, menganalisa dan membuat perbaikan terhadap kerusakan tire dengan lifetime yang tidak tercapai, melakukan pemilahan lepasan tire DT coal untuk dilakukan rolling ke DT OB, juga melakukan pengompactkan batu split dengan sempurna agar tertanam dan tidak tajam. Penerapan inovasi ini akan berdampak pada perbaikan lingkungan dari segi : Tingkat penggunaan (use level) yaitu upaya memperpanjang lifetime tire sehingga mengurangi pergantian tire baru pada unit DT.

15	PT. Aneka Tambang (Persero), Tbk. - Unit Bisnis Pertambangan Nikel Maluku Utara (Buli)	PROGRAM NANAS TO NURTURE: PUPUK CAIR DARI LIMBAH UNTUK REKLAMASI BERKELANJUTAN
Permasalahan Awal dari program inovasi ini yaitu kurangnya ketersediaan pupuk organik cair yang memadai di persemaian dikarenakan kondisi persemaian yang berada disite, sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk pengadaannya mulai dari permintaan dan pengiriman memakan waktu 90 hari. Disisi lain terdapat timbulan limbah organik cukup tinggi yaitu nanas busuk dari daerah ring 1 PT ANTAM Tbk UPBN Maluku Utara. Inovasi ini memanfaatkan limbah nanas busuk yang dirubah menjadi pupuk cair.		
Gambar 9. Sebelum dan Sesudah Program Inovasi PLNB3		
Sebelum adanya program ini proses pengadaan pupuk cair memakan waktu 90 hari dengan biaya sekitar Rp 633.000.000. Minimnya persediaan pupuk cair karena proses pengadaan yang lama mengakibatkan pertumbuhan tanaman terhambat. Setelah adanya program, pupuk organik cair dari program inovasi yang dibuat memiliki kualitas terjamin karena diproduksi sendiri, relative murah dengan biaya sekitar Rp 215.000, dan proses pembuatannya hanya memerlukan waktu 1 hari. Program inovasi ini memberikan dampak lingkungan berupa pengurangan tonase limbah organik di area ring 1 perusahaan tahun pada tahun 2024 sebesar 0,08 ton limbah nanas yang setara dengan 0,355 ton pupuk organik cair serta penghematan biaya sebesar Rp 81.349.800.		

16	PT Aneka Tambang Tbk. - UBPE Pongkor	SET RUNNER (Scrap Metal Underground Mine Marker)
Sebelum adanya program, PT ANTAM Tbk UBPE Pongkor menggunakan tanda pylox manual untuk pengarahannya pengeboran di front produksi. Metode ini kurang presisi, menyebabkan overbreak yang meningkatkan mine dilution hingga 10%, menurunkan pemulihan logam dan efisiensi produksi. Peralatan khusus seperti underground mine marker yang tersedia tidak efektif untuk kondisi di lapangan, sehingga overbreak tetap tinggi. Selain itu, perusahaan juga menghadapi masalah limbah scrap metal yang menumpuk, menimbulkan risiko keselamatan dan biaya tambahan. Setelah adanya program, PT ANTAM Tbk UBPE Pongkor berhasil mengatasi tantangan operasional melalui inovasi pemanfaatan limbah scrap metal sebagai mine marker, menggantikan metode pylox manual. Program ini meningkatkan akurasi pengeboran, mengurangi overbreak, dan menurunkan mine dilution dari 10% menjadi 5%, sehingga meningkatkan efisiensi produksi dan pemulihan logam.		
 The diagram illustrates the SET RUNNER program flow. It starts with 'SEBELUM' (Before) showing manual pylox markers and high overbreak. The 'SET RUNNER' section shows scrap metal being collected, processed into markers, and used for precise drilling. The 'NTERUS' (After) section shows reduced overbreak and improved efficiency. A box on the right mentions 'Pengelolaan Limbah Non B3' (Non-B3 Waste Management).		
Gambar 11. Skema Program Inovasi SET RUNNER		
Program ini berdampak pada Perubahan Sub-Sistem dimana terjadi alur proses yang dilakukan perusahaan dengan klaim eco-inovasi berupa value chain optimization. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa perubahan Rantai Nilai dimana pihak Perusahaan mendapatkan keuntungan berupa penghematan anggaran untuk mine marker karena pembuatannya menggunakan limbah Perusahaan, selain itu nilai mine dilution dapat ditekan di bawah 5%. Bagi Mitra kerja dalam hal ini Koperasi, mendapatkan keuntungan berupa pelatihan dan penyediaan bahan untuk pembuatan SET RUNNER.		
17	PT Bukit Asam (Persero) Tbk - Unit Pertambangan Tanjung Enim	Pengurangan Limbah Flight Bar Chain Melalui Penambahan Sensor filling Pada Dump Hooper
Pada operasi penambangan PTBA, proses pengisian material batubara ke dalam dump hopper sering kali tidak terpantau dengan baik, dan tidak terdapat sistem otomatis yang mengukur dan menampilkan data isian hopper tersebut. Salah satu permasalahan yang muncul adalah kerusakan pada flight bar chain di Feeder Breaker. Ketika hopper kosong, material batubara besar yang langsung terjatuh dan mengenai lantai hopper serta flight bar chain sering menyebabkan kerusakan serius dan timbulan limbah besi. Berdasarkan kendala tersebut, PTBA melakukan pemasangan sensor filling berupa ultrasonik pada dump hopper 4 yang akan mendeteksi jarak antara permukaan material batubara dengan sensor. setelah adanya program, dengan adanya penambahan sensor filling maka flight bar chain feeder breaker tidak lagi rusak akibat benturan material besar dan lifetime penggunaannya dapat lebih lama sehingga jumlah timbulan limbah padat non B3 jenis besi dapat berkurang.		



Nilai tambah dari program inovasi ini adalah perubahan rantai nilai. Keuntungan yang diperoleh adalah pengurangan jumlah limbah padat besi sebanyak 2 Ton dan penghematan sebesar Rp 90.000.000,00 pada Tahun 2024 semester 1. Keuntungan yang didapatkan oleh konsumen adalah efisiensi pada harga pokok produksi sehingga produksi batubara bisa berjalan dengan lancar dengan harga yang stabil. Secara tidak langsung konsumen ikut berkontribusi pada pengurangan permintaan terhadap bahan baku flight bar chain baru.

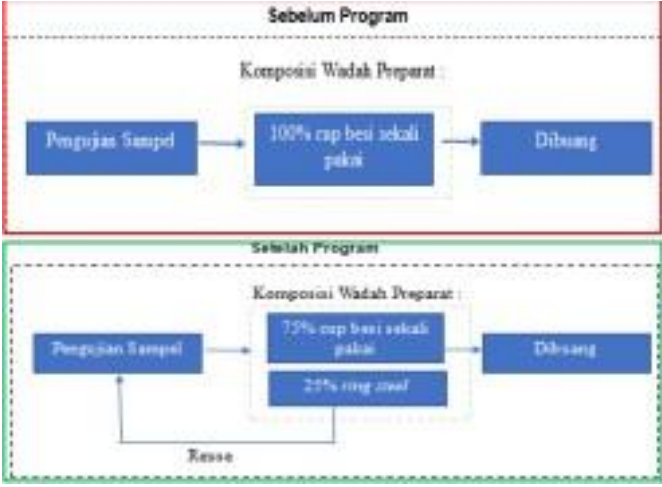
18 PT Borneo Indobara

“Pemanfaatan Off-Spec Coal Sebagai Bahan Bakar Alternatif Karbon “Briket Tambara” Dengan Penambahan Molases dan Tanah Liat Berbasis Masyarakat”

Setelah adanya program, perusahaan berinisiatif untuk melakukan pengolahan limbah Off-Spec Coal untuk menjadi bahan bakar karbon alternatif. Off-Spec Coal dipilih karena masih memiliki kandungan organik dan masih bisa digunakan sebagai bahan bakar. Perusahaan mendukung serta melakukan hilirisasi produk bahan bakar alternatif karbon dengan memanfaatkan limbah Off-Spec Coal dari proses di area sediment pond yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan “briket Tambara”. Pada tahapan pembuatan briket terdapat perbedaan bahan pembuatan briket pada umumnya yaitu penambahan bahan tanah liat maupun molases pada proses pencampuran bahan pembuatan briket tersebut.

	Skema Sebelum Adanya Program Skema Sesudah Adanya Program Gambar 10 Skema Sebelum dan Sesudah Inovasi dimana Inovasi ini berdampak pada integrasi Life Cycle Assessment dan terletak pada rumah reject coal di area room sehingga dapat menurunkan dampak Global Warming Potential (GWP) sebesar 13251,20 kg CO₂eq pada pemanfaatan limbah yang sebelumnya dibuang begitu saja dan merubah pola pikir untuk memanfaatkan limbah menjadi bahan baku, sehingga dapat meningkatkan diversifikasi produk termasuk dalam wasted embedded value dalam acuan circular business model.
19	PT Mifa Bersaudara Inovasi 3R Limbah Padat Non B3 Inovasi Program DERMA ONION (Recycle Limbah Kulit Bawang - Limbah Makanan untuk Pestisida Organik)
	Program ini berdampak pada perubahan komponen dengan kondisi Sebelum program terdapat timbulan Limbah makanan (Limbah kulit bawang) yang cukup tinggi yang dihasilkan dari Kegiatan penyediaan makanan di fasilitas Kantin yang selama ini dibuang langsung ke tempat pembuangan tanpa adanya pengolahan /pemanfaatan. Setelah program dilakukan pemanfaatan yang dilakukan oleh PT Mifa Bersaudara yaitu memanfaatkan Limbah Kulit Bawang, dimana Mini Kulit Bawang merah yang mempunyai zat yang mengandung senyawa aktif seperti acetogenin dan flavonoid yang berfungsi sebagai anti hama. (PROGRAM DERMA-ONION) Recycle Limbah Kulit Bawang - Limbah Makanan untuk Pestisida Organik KONDISI EKSTING Kondisi INOVASI Keterangan: ambar 11 Program Inovasi 3R Limbah Padat Non B3 DERMA ONION

	Pemanfaatan limbah kulit bawang dilakukan dari awalnya limbah dilakukan pencacahan terlebih dahulu setelah itu dilakukan ekstraksi selama 30 hari untuk limbah kulit bawang dan setelah dilakukan ekstraksi maka limbah kulit bawang dimasukan ke alat pestisida yang kemudian disemprotkan atau disemburkan untuk kegiatan Reklamasi PT Mifa Bersaudara sebagai bentuk pemulihan lingkungan. Product improvement yang dilakukan melalui program inovasi ini adalah melakukan Pemanfaatan Limbah Kulit Bawang hasil dari produk sisa makanan untuk dibuat menjadi material Pestisida Organik.	
20	PT. Agincourt Resources	“Implementasi Metode Sawdust Incorporated Soil sebagai Multi Layering Reklamasi Topsoil”
Setelah adanya program ini, palet bekas akan masuk WSF kemudian akan diolah menjadi sawdust. Sawdust ini kemudian akan digunakan sebagai tambahan layer ke media reklamasi. Hal ini memiliki berbagai keuntungan, diantaranya limbah palet bekas tidak akan terbuang begitu saja namun dimanfaatkan sehingga pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan dapat tercapai. Selain itu metode ini dapat meningkatkan aerasi dan retensi air, sebagai penstabil tanah, mencegah erosi, meningkatkan kesuburan tanah, dan sebagai sumber karbon untuk mikroorganisme yang dapat mendukung bioremediasi.  Selain itu metode ini dapat meningkatkan aerasi dan retensi air, sebagai penstabil tanah, mencegah erosi, meningkatkan kesuburan tanah, dan sebagai sumber karbon untuk mikroorganisme yang dapat mendukung bioremediasi. Inovasi ini termasuk dalam perubahan penambahan komponen dengan nilai tambah layanan produk serta termasuk dalam klasifikasi product improvement karena terdapat pemanfaatan limbah padat non B3. Inovasi ini juga didasarkan pada kajian LCA yang terletak pada unit proses reclamation dan masuk pada klasifikasi designed to biodegrade in environment dikarenakan terdapat kegiatan pemanfaatan limbah palet bekas yang kemudian diolah menjadi sawdust sebagai bahan dasar metode sawdust-incorporated soil sebagai multi-layering reklamasi topsoil pada program ini.		

21	PT. Hengjaya Mineralindo	“CupChange Innovation : Changing the Cup Press usage with the Ring Steel”
	Sebelum program, aktivitas pengujian preparat di laboratorium menggunakan cup besi yang langsung dibuang setelah sekali pakai. Setelah adanya program inovasi, wadah untuk aktivitas pengujian preparat di laboratorium secara bertahap telah disubstitusi dengan wadah yang dapat digunakan berkali kali, yaitu dengan menggunakan ring steel. Dengan perubahan bahan tersebut, perusahaan dapat mengurangi timbulan limbah logam cup besi sekali pakai sebesar 25% dari timbulan awal yang dihasilkan dari aktivitas pengujian di laboratorium.  inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan pada proses waste (laboratorium) dalam proses produksi melalui pengurangan timbulan besi bekas. Selain itu, apabila ditinjau dari Four Types of Waste Value, inovasi ini berada di siklus Design & Sourcing untuk mencegah terjadinya Wasted Resources yaitu melalui metode substitusi bahan yang semula menggunakan cup besi sekali pakai menjadi ring steel yang dapat digunakan lebih dari satu kali pemakaian.	
22	PT. Aneka Tambang (Persero), Tbk. - UBP Bauksit Tayan	Babe 30: Perbaikan Jalan Tambang Menggunakan Ban Bekas untuk Menaikkan Suplai Ore Washed Bauxite Area Bukit 30 Menuju Jetty dan sebagai Canal Drop
	Jarak antara WP B30 dan jetty pengapalan mencapai 11 km. Jarak ini menciptakan hambatan operasional, terutama dalam hal pengiriman hasil pencucian dari WP B30 ke jetty. Salah satu masalah utama adalah kondisi infrastruktur jalan hauling yang tidak memadai di beberapa bagian rute dari B30 menuju jetty. Jalan yang rusak atau kurang layak menghambat aktivitas pengangkutan ore WBx secara optimal. Jadi, suplai ore yang harusnya diangkut ke jetty tertunda, menyebabkan ore WBx tertahan di WP B30 sehingga dilakukan inovasi untuk menaikkan suplai ore washed bauxite area bukit 30 menuju jetty.	



Gambar 14. Skema Inovasi Program 3R LNB3

Dalam life cycle assessment produk bauksit, unit road maintenance termasuk dalam ruang lingkup produksi. Pelaksanaan program ini berkontribusi pada ekonomi sirkular Wasted Embedded Value. Dimana terdapat pemanfaatan limbah non B3 yang digunakan sebagai material pendukung dalam proses road maintenance. Dampak lingkungan yang didapat adalah pemanfaatan ban bekas sebesar 19,5001 Ton yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp820.020.000 pada tahun 2024. Nilai tambah dari program ini yaitu berupa penambahan komponen rantai nilai dan keuntungan.

23

PT. Gag Nikel

“Zero Sack”

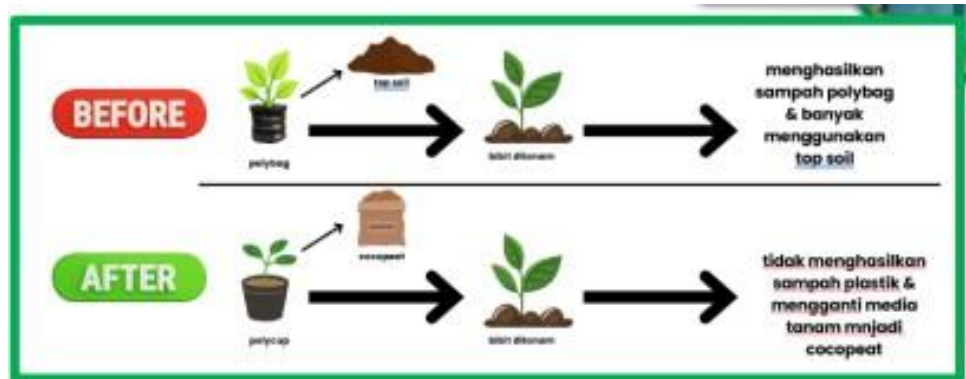
Program Inovasi Zero Sack merupakan tipe inovasi perubahan sub-system dengan pemanfaatan kembali dan penggunaan bersama (product sharing) pada proses quality control. Pada praktiknya, karung yang dipakai untuk pengambilan sampel digunakan kembali sebagai wadah kompos dan sebagai media tanam. Apabila ditinjau dari LCA, Inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan dalam lingkup waste melalui pemanfaatan kembali sampah dalam proses non-produksi yaitu proses penunjang.



Gambar 16 Skema Zero Sack

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa pengurangan timbunan limbah non B3 pada tahun 2023 sebesar 5,72 Ton serta penurunan biaya atau penghematan sebesar Rp 420.419. Selain itu, Inovasi ini memiliki nilai tambah perubahan perilaku yaitu meningkatnya kepedulian pekerja terhadap pentingnya upaya pemanfaatan sampah. Sebelum adanya program ini sampah karung hanya langsung dibuang ke TPS. Namun dengan adanya program Zero Sack sampah karung bisa dimanfaatkan secara optimal sehingga sampah karung tersebut memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Bagi Desa Binaan Maju Bersama program ini memberikan dampak dalam penghematan biaya operasional sebab tidak lagi perlu membeli wadah kompos dari pihak luar, hanya dengan melakukan penggunaan kembali karung bekas kebutuhan wadah untuk kompos menjadi terpenuhi.

24	PT. Indominco Mandiri	Reduksi 15 Ton Sampah Plastik Melalui Penggunaan Eco-Tumbler
	Penggunaan botol plastik sekali pakai menyebabkan tingginya timbunan sampah plastik dari kegiatan operasional di IMM. Belum lagi total pegawai dan kontraktor yang beraktivitas di IMM mencapai lebih dari 2.000 personil, yang tentunya berdampak pada keperluan botol mineral yang menghasilkan sampah plastik. Minimnya akses pengelolaan sampah plastik menyebabkan ketidakseimbangan total timbunan sampah yang dihasilkan dan dikelola, sehingga dilakukan penggantian menggunakan Eco-Tumbler. Penggantian ini turut menurunkan sampah plastik yang dihasilkan dari aktivitas operasional baik di tambang maupun di area office. 	Keistimewaan dari inovasi ini adalah Perubahan Rantai Nilai dari 4,8 ton botol plastik yang sebelumnya digunakan karena kebutuhan air mineral, saat ini digantikan dengan penggunaan 900 buah eco-tumbler. inovasi ini mendukung Life Cycle Thinking dan termasuk Perubahan Sistem penggunaan media penyedia air mineral dalam skema yang lebih ramah lingkungan, lebih sehat, dan mengurangi emisi dari transportasi pengiriman botol mineral..
25	PT. Arutmin Indonesia Tambang Senakin	METODE POLYCOCO (POLYCUP COCOPEAT) DALAM PEMANFAATAN LIMBAH SABUT KELAPA DAN PENGURANGAN PLASTIK POLYBAG
	Program inovasi ini merupakan ide dari Section Environmental yang bekerjasama dengan Departemen Comdev PT Arutmin Indonesia Tambang Senakin. Salah satu kegiatan pendukung operasional tambang yaitu kegiatan reklamasi untuk mengembalikan fungsi lahan yang terganggu akibat kegiatan penambangan. Kunci keberhasilan target reklamasi salah satunya dicapai melalui jumlah bibit tanaman yang tersedia dan sesuai dengan luasan rencana reklamasi. Kegiatan pembibitan tanaman memerlukan top soil dan plastik polybag sebagai media tanam. Program Metode POLYCOCO (Polycup Cocopeat) Dalam Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa Dan Pengurangan Plastik Polybag memiliki unsur kebaruan.	



Gambar 8.1 Skematis Program Inovasi

Sebelum inovasi, proses pembibitan sangat bergantung pada ketersediaan top soil dan plastik polybag. Media tanam top soil memiliki keterbatasan jumlah di lokasi tambang dan penggunaan plastik jangka Panjang menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Sesudah inovasi, ketergantungan terhadap plastik polybag sekali pakai digantikan dengan polycup plastik yang dapat digunakan berulang. Program ini memberikan manfaat ke lingkungan dengan mengurangi penggunaan plastik polybag sekali pakai. Dari sisi LCA, inovasi ini mampu mengurangi dampak lingkungan pada unit reclamation. Secara keseluruhan, program inovasi ini memberikan nilai tambah melalui perubahan komponen yaitu substitusi penggunaan plastic polybag menjadi polycup cocopeat yang lebih ramah lingkungan (product improvement)

26	PT. Arutmin Indonesia Tambang Satui	PENTALOS
----	-------------------------------------	----------

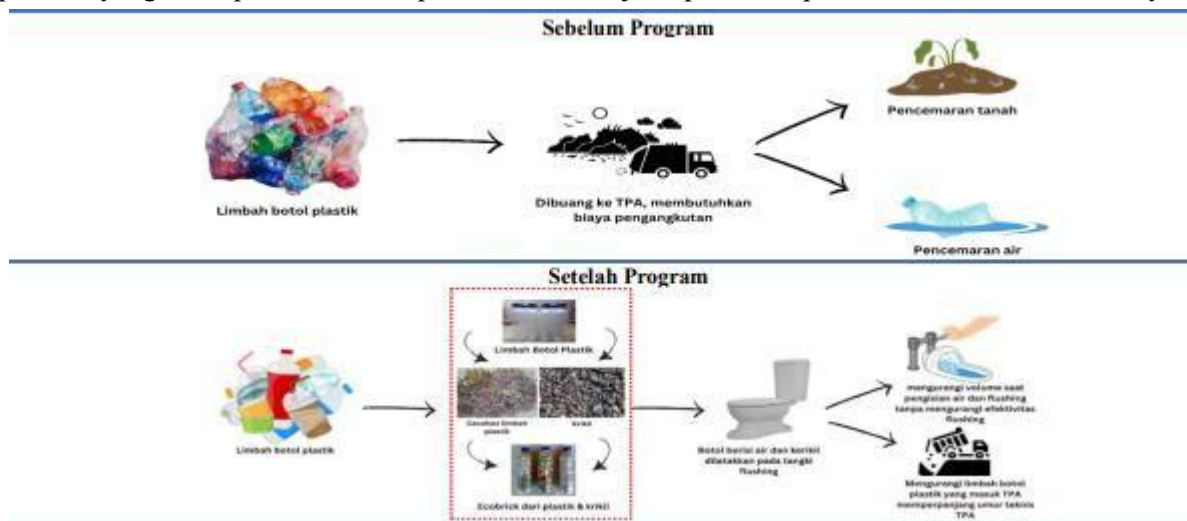
PENTALOS merupakan komitmen perusahaan dalam menyelesaikan permasalahan sampah dan mampu menjadi salah satu bentuk kampanye lingkungan berbasis internet of Thing (IoT) dan Teknologi. Program inovasi PENTALOS merupakan kegiatan modifikasi premature tyre loss yang berasal dari hasil kajian mekanik workshop alat berat. Inovasi PENTALOS yang sudah berjalan ini nantinya bisa diterapkan dalam skala besar dan mampu menjadi percontohan untuk implementasi 3R (Reduce, Recycle, Reuse) untuk Perusahaan sejenis.



Sebelum adanya program ini, umur penggunaan tyre alat berat hanya 1 bulan dan wajib diganti jika digunakan untuk operasional tambang setiap hari dan berpotensi menghasilkan timbunan limbah non B3 tyre bekas sebesar 17,93 ton. Namun setelah adanya program inovasi PENTALOS mampu memperpanjang umur pakai tyre serta menurunkan timbunan limbah padat non B3 pada tahun 2024

	sebesar 0.70 ton/tahun. Dengan ini berhasil mengurangi pengeluaran perusahaan sebesar Rp. 1.044.600. Dalam pendekatan circular business model inovasi ini tergolong pada wasted embedded value dengan melakukan modifikasi umur pakai tyre. Program PENTALOS ini merupakan program yang telah berjalan pada unit proses yang telah dikaji dalam batasan kajian LCA yang dilakukan PT Arutmin Indonesia Tambang Satui yakni unit proses OB Remova	
27	PT. Arutmin Indonesia NPLCT	Press Sampah For Refuse Derrived Fuel merupakan inovasi yang diinisiasi langsung oleh tim ENVIRO
Inovasi ini memberikan nilai tambah terhadap perusahaan karena meningkatkan daya kelola sampah plastik yang sebelumnya menjadi residu menjadi ditimbunan sampah TPA/TPS, dimanfaatkan menjadi bahan bakar alternatif dengan cara memadatkan limbah plastik menjadi ukuran yang lebih kecil dan dipergunakan untuk tambahan bahan bakar yang menggunakan tungku.  The infographic illustrates the 'Press Sampah for Refuse Derrived Fuel' process. It starts with 'Permasalahan Awal' (Initial Problem) where waste is a major issue. The process involves 'Kesehatan Masyarakat' (Community Health) and 'Pembakaran Sampah' (Waste Incineration). The main process steps are: 'Pengumpulan Sampah' (Waste Collection), 'Pembentukan' (Formation), 'Pengurangan Sampah' (Waste Reduction), 'Pengeringan' (Drying), and 'Penimbunan Sampah' (Waste Landfill). The final product is 'Refuse Derrived Fuel' (RDF) which is used as an alternative fuel source. Inovasi ini mempunyai proses perubahan pada level system berupa sustainable city, sebelumnya sampah langsung dibuang setelah inovasi ini perusahaan dan masyarakat sekitar mampu melakukan pemanfaatan limbah anorganik bekas sebesar 10 ton. Kegiatan ini telah mengurangi timbunan sampah secara signifikan (mendekati 0) dan menekan laju perluasan lahan untuk penimbunan sampah (landfill).		
28	PT Indonesia Chemical Alumina	Water Adjusting Control Pada Flushing Toilet Menggunakan Botol Plastik Sebagai Weight Water Lifting

Sebelum program berjalan, Sistem flushing toilet di PT Indonesia Chemical Alumina masih secara konvensional dengan sistem Gravity Flush. Sistem flushing ini membutuhkan volume air yang cukup besar agar dapat dapat membersihkan sisa-sisa kotoran yang menempel pada mangkuk toilet. Salah satu solusi yang bisa diterapkan untuk meningkatkan volume air pada flushing toilet tanpa menambahkan volume air saat pengisian tangki flushing adalah dengan menambah pemberat untuk meningkatkan volume air pada flushing toilet, limbah botol plastik merupakan salah satu media yang murah dan praktis untuk dimanfaatkan sebagai pemberat. Namun, di PT Indonesia Chemical Alumina, limbah botol plastik hanya dikumpulkan dan diangkut ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Setelah adanya program botol plastik yang sebelumnya hanya menambah beban pada TPA kini dimanfaatkan sebagai Weight Water Lifting dalam sistem flushing toilet. Botol plastik diisi dengan sampah plastik yang sudah dicacah menjadi lebih kecil untuk menambah bobot botol plastik. Setelah itu, botol plastik yang sudah diisi dengan cacahan sampah plastik diletakkan dalam tangki flushing toilet. Botol plastik, yang merupakan limbah perusahaan, menjadi pilihan tepat karena memerlukan biaya



implementasi yang rendah.

program ini memberikan dampak Global Warming Potential sebesar 146,18 Kg CO₂ ek. Berhadapan dengan Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema Waste Embedded Value dimana dalam pelaksanaannya program ini dapat mengurangi beban limbah botol plastik yang masuk ke TPA dan penghematan air. Value Creation yang terjadi pada tahun 2023, program ini mampu mengurangi limbah botol plastik yang masuk ke TPA sebesar 1,46 ton dengan penghematan yang dihasilkan Rp. 1.462.000,00

29	PT. Mitra Stania Prima - Tambang	“Sebu for Residual Processing”
Program Inovasi Sebu for Residual Processing merupakan tipe inovasi penambahan komponen yang mana dilakukan peningkatan proses (Process Improvement). Inovasi ini berhasil meningkatkan efektivitas washing plant dengan recovery yang mencapai diatas 90%. Peningkatan efektivitas tersebut didapatkan dari pembangunan fasilitas Sebu. Fasilitas sebu dibangun untuk mengolah tailing yang masih mempunyai kadar Sn yang tinggi. Fasilitas Sebu tersebut memanfaatkan limbah non b3 berupa palet kayu bekas yang berasal dari unit Wet Minning yang sudah tidak beroperasi sehingga limbah non b3 berupa palet kayu bekas dapat dimanfaatkan secara optimal.		

Sebelum Program Sebu for Residual Processing



Setelah Program Sebu for Residual Processing



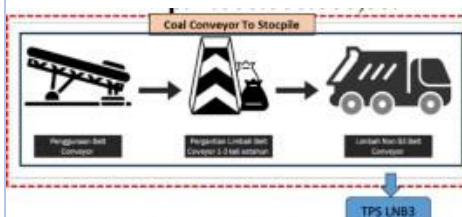
Gambar 11 Skema Inovasi Program Sebu For Residual Processing

Program inovasi "Sebu For Residual Prosesing" merupakan pionir yang tidak ditemukan dalam industri non B3 oleh perusahaan (dampak lingkungan). Sebelum pemberlakuan program Sebu for Residual Processing, konsentrasi menggunakan Sakan masih mempunyai recovery dibawah 90%. Setelah pemberlakuan program, recovery proses pengolahan dengan menggunakan sebu dapat meningkatkan Recovery Washing Plant dari 98% menjadi 98,7%. Recovery sistem masih dapat ditingkatkan apabila hasil sebu kadarnya diturunkan hingga 40%. Hasil sebu tersebut bisa dilebur apabila deblending dengan konsentrat yang kadarnya direntang 70-73%Sn.

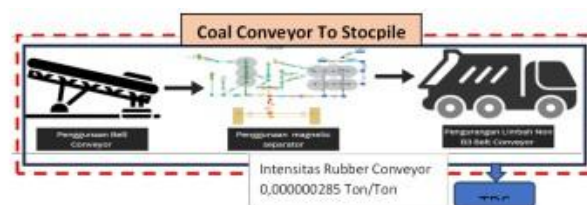
30 PT Borneo Indobara - Pelabuhan (Terminal Untuk Kepentingan Sendiri)

Supporting Component Magnetic Separator (SCMS) Untuk Extending Conveyor Belt Lifetime

Sebelum adanya program, kerusakan pada conveyor belt sering terjadi akibat material besi tajam yang tidak sengaja terbawa bersama material batu bara yang menyebabkan sobekan, abrasi, dan kerusakan lainnya pada belt, yang pada akhirnya memperpendek umur pakai belt dan meningkatkan frekuensi penggantian serta downtime. Setelah Adanya Program dengan melakukan pencegahan melalui penggunaan magnetic separator, material logam tajam yang bersifat feromagnetic dapat diangkat dan dipisahkan, sehingga risiko kerusakan dapat diminimalkan sehingga timbulan limbah belt conveyor yang di hasilkan pada tahun 2023 berkurang menjadi 17 Ton.



Skema Sebelum Program



Skema Sesudah Program

Program juga memberikan nilai tambah yaitu layanan produk dengan adanya program ini dapat menguntungkan perusahaan, yaitu meminimalisir limbah yang berpotensi merusak lingkungan akibat pergantian belt conveyor. Pada kontraktor, berdampak kepada pemindahan batu bara yang sudah di pecah ke stockpile (tempat penyimpanan sementara) dengan efisien sehingga mengurangi terjadinya gangguan pada maintenance. Kemudian dihadapkan dengan Circular Business Model, inovasi ini tergolong pada skema Wasted Capacity dimana dalam pelaksanaan program ini dapat mengurangi limbah belt conveyor akibat material besi tajam yang tidak sengaja terbawa bersama material batu bara.dan mempercepatadanya pergantian belt conveyor baru. alue Creation yang terjadi pada tahun 2023 program ini mampu menurunkan limbah non B3 (absolut) sebesar 12 Ton dengan penghematan yang dihasilkan sebesar Rp42.000.000 dari anggaran awal sebesar Rp. 1.000.000.000,00.

Efisiensi Air Dan Penurunan Beban

No	Nama Perusahaan	Judul Inovasi
1	PT. Adaro Indonesia	Perubahan Sistem Pemilahan Ukuran Batubara Dengan Menggunakan Roller Crusher Untuk Menurunkan Penggunaan Air
PT. Adaro Indonesia telah mengimplementasikan 6 program dari 8 program tanpa comdev Penurunan Beban Pencemar Air yang terintegrasi secara ruang lingkup dengan kajian LCA. Program tersebut terdapat pada Tabel 15 dengan program yang bertanda dua bintang (**). Program tersebut diimplementasikan untuk melakukan Penurunan Beban Pencemar Air pada unit Coal Hauling Rom to Port, Coal Processing & Barge Loading, OB Stripping, Hauling & Dumping, Mine Water Management yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Nilai absolut terintegrasi ruang lingkup tahun 2024 sebesar 120,2 Ton atau setara dengan 93,09%. Gambar 13. Alur mekanisme Sebelum dan Setelah Inovasi Nilai tambah dari program inovasi ini adalah perubahan rantai nilai (value chain optimisation) dan keuntungan bagi produsen/perusahaan adalah penghematan penggunaan air sebesar 112.466 m³ atau setara dengan penghematan sebesar Rp 28.116.397.500. Dari sisi konsumen (PLTU Tanjung Power Indonesia), terjadi peningkatan kapasitas produksi batubara dengan rata-rata kemampuan produksi di angka 1.250 ton/jam naik menjadi 1.488 ton/jam. PT. FLSMIDTH INDONESIA sebagai supplier, inovasi ini memberikan peluang untuk melakukan perbaikan, pengembangan produk, dan pendapatan sebesar Rp. 35.770.000.000. Masyarakat juga merasakan dampak positif dari inovasi ini. Program inovasi ini mampu mengurangi debu batubara akibat penggunaan roller crusher sehingga kualitas udara ambien di sekitar area pelabuhan angkut batubara akan meningkat		
2	PT. Antang Gunung Meratus	Penambahan Larutan Super Absorbent Poliacrilamide Untuk Meningkatkan Daya Ikat Debu Di Jalan Tambang

Salah satu proses pada tambang batu bara adalah hauling yang merupakan proses pengangkutan batu bara dari area pit menuju ke port batu bara. Kegiatan hauling ini biasanya melibatkan penggunaan alat berat seperti truk tambang (dump truck) dan berdampak pada munculnya debu. Debu dapat menyebabkan berkurangnya visibilitas dan gangguan kesehatan sehingga perlu adanya pengendalian debu dengan cara penyiraman. Penyiraman dengan cara konvensional menggunakan air bersih dinilai kurang efektif baik dalam daya ikat debu maupun dalam kuantitas air yang digunakan. Maka dari itu PT AGM berinisiatif untuk melakukan program Penambahan Larutan Super Absorbent Poliacrilamide Untuk Meningkatkan Daya Ikat Debu Di Jalan Tambang. Sebelum adanya program, penyiraman jalan hauling dilakukan dengan menggunakan air bersih tanpa adanya campuran apapun.

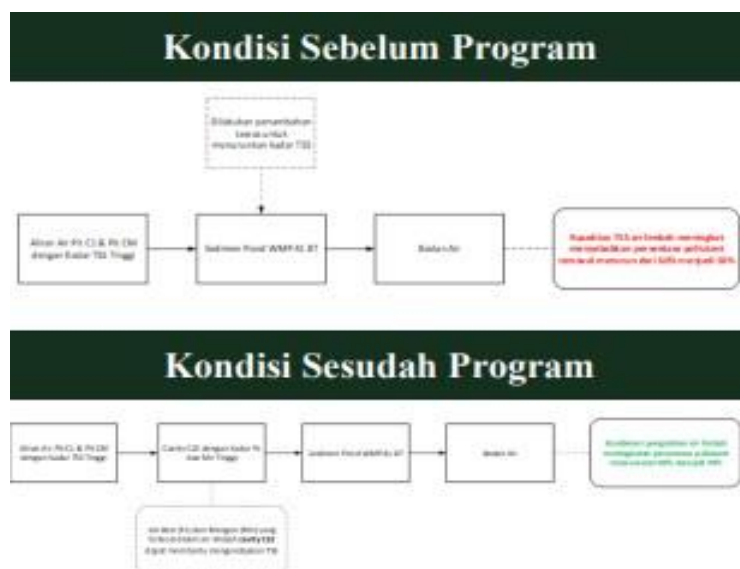
Dampak positif yang didapatkan supplier adalah keuntungan ekonomi karena penggunaan polyacrilamide



akan digunakan dalam waktu yang lama mengingat efisiensi yang didapat perusahaan dalam pengelolaan lingkungan. Sedangkan dampak positif yang didapatkan oleh konsumen adalah kegiatan produksi akan menjadi lebih meningkat secara kualitas dan kuantitas tanpa mengacuhkan aspek lingkungan. Inovasi ini terintegrasi dengan kajian LCA yang berada pada unit proses Coal Hauling dan dapat mengurangi dampak Water Scarcity Footprint sebesar 185.821,20 m³ pada tahun 2023. Program ini memiliki peluang perbaikan lingkungan berkaitan dengan penerapan Life Cycle Assessment yaitu pada siklus Produce dengan klasifikasi Atom Economy. Pada Circular Business Model inovasi ini tergolong pada skema Wasted Embedded Value-Water Recovery. Value creation dari adanya program ini yaitu dapat mengefisiensikan penggunaan air (absolut) sebesar 917.447,53 m³ dan menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp73.395.802.341 dari anggaran biaya sebesar Rp3.715.200.000,00 pada tahun 2023.

3	PT. Arutmin Indonesia Tambang Batulicin	SMART BERY: Sistem Reuse Air dalam Bedeng Tanaman Nursery
	Ide berawal dari kebutuhan efisiensi penggunaan air dalam kegiatan penyiraman bibit dikarenakan potensi peningkatan produksi penyemaian bibit serta dampak cuaca pada sumber air permukaan seperti sungai. Sebelum adanya program, penyiraman bibit langsung terbuang ke tanah. Setelah dilakukan perubahan sub sistem berupa ditampungnya kembali air sisa penyiraman tanaman bibit dengan pembuatan bedeng tanaman yang terbuat dari alumunium dengan tinggi 80 cm di atas tanah sehingga air limbah penyiraman dapat mengalir secara gravitasi melalui saluran pipa air yang dialirkan ke kolam penampungan. dimana air dapat digunakan kembali. Hasil dari inovasi yaitu dilakukan penurunan penggunaan air permukaan dari sumber sungai sebesar 292,07 m3 pada Tahun 2023 dan penghematan sebesar Rp 11.682.720. Inovasi ini dilakukan pada tingkat Perubahan komponen yang memberikan dampak perubahan rantai nilai karena air dapat digunakan kembali yang sebelumnya terbuang meresap ke tanah. Dampak Lingkungan dari program inovasi adalah dengan menurunkan penggunaan air permukaan dari sumber sungai sehingga mengurangi dampak pada sistem perairan.	
4	PT. Berau Coal - Site Binungan	“Intermingling Tainted Water Cavity C1E sebagai penurunan TSS di WMP 41”

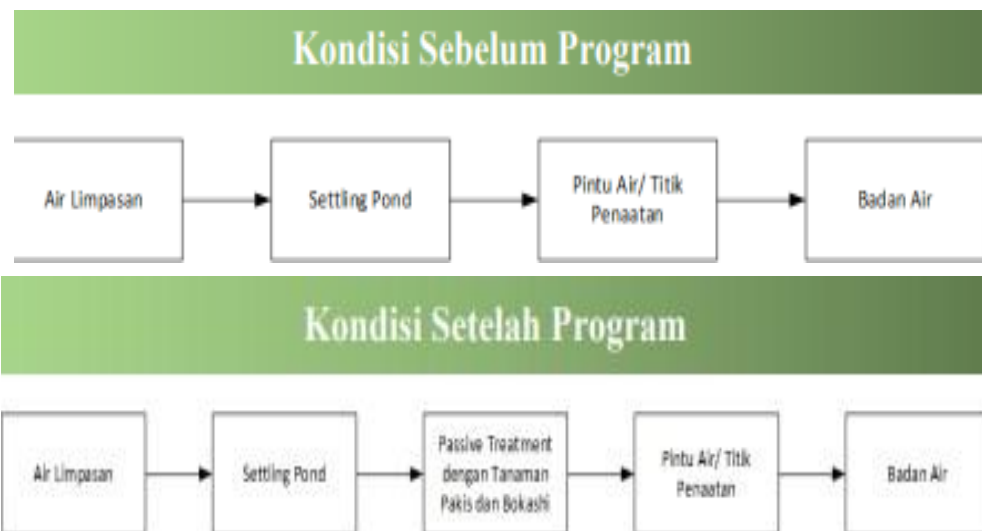
Setelah adanya program, dilakukan instalasi pre-treatment untuk menurunkan kadar TSS yang tinggi dengan menggunakan metode integrasi air limbah kadar TSS Tinggi dengan air limbah kadar Fe dan Mn Tinggi. Aliran air limpasan yang berasal dari Pit C1 dan Pit CM yang sebelumnya langsung ke sedimen pond WMP 41, terlebih dahulu menuju cavity C1E yang memiliki kadar Fe dan Mn tinggi. Ion besi (Fe) dan mangan (Mn) yang terlarut dalam air limbah cavity C1E bekerja dengan mengikat partikel tersuspensi dalam air limbah, sehingga menyebabkan penggumpalan dan TSS dapat mudah mengendap di sedimen pond WMP 41. Kombinasi pengolahan air limbah ini dapat meningkatkan pollutant removal khususnya TSS dari 50% menjadi 70%.



Program ini termasuk dalam kriteria dampak perubahan komponen klasifikasi Process Improvement dan memberikan nilai tambah layanan produk. Berdasarkan kajian LCA program ini terletak pada Unit Wastewater Treatment Plant yang termasuk dalam lingkup Waste dalam kategori perbaikan lingkungan Designed to Biodegrade in Environment dan menurunkan dampak water scarcity footprint sebesar $6,37E+01$ m³/Ton akibat adanya pelepasan kembali ke lingkungan pada tahun 2023. Kemudian dalam circular business model, inovasi ini termasuk skema Wasted Resources – Bio-based Material. Dari inovasi ini, PT Berau Coal Site Binungan dapat menurunkan beban pencemar TSS sebesar 101,62 Ton TSS dengan penghematan biaya sebesar Rp 115.700.000 dari anggaran biaya sebesar Rp 500.000.000 pada tahun 2023.

5	PT. Berau Coal - Site Samarata	“Implementasi Bioremediasi sebagai Upaya Detoksifikasi Logam Berat Mangan”
---	--------------------------------	--

Setelah adanya program, dilakukan penyesuaian proses pengolahan air limbah dengan instalasi posttreatment setelah sedimen pond yaitu menggunakan lahan marsh dengan metode passive treatment berupa bioremediasi untuk menurunkan kadar Mangan pada air limbah. Air limbah dari outlet sedimen pond akan melalui lahan marsh yang ditanami tanaman teratai untuk menyerap logam berat. Sehingga, kondisi logam berat lebih stabil dan tidak mudah larut. Kombinasi dilakukan dengan menggunakan teknik bokashi untuk meningkatkan efisiensi bioremediasi lewat proses injeksi larutan efektif mikororganisme bokashi pada outlet sediment pond. Pollutant removal pun akhirnya meningkat dari yang semula 40% menjadi 70% dengan waktu detensi 8 hari.



Berdasarkan analisis tersebut, program ini termasuk dalam kategori perbaikan lingkungan akibat penerapan life cycle assessment pada lingkup Waste dengan klasifikasi Designed to Biodegrade in Environment karena adanya perubahan metode pengolahan air limbah dengan penggunaan unsur alami. Jika dihadapkan dengan Circular Business Model, inovasi ini termasuk dalam skema Wasted Resources – Bio-based Materials karena adanya penggunaan tanaman teratai dan bokashi untuk pengolahan air limbah.

6	PT Kideco Jaya Agung	Optimalisasi Pengolahan Air Limbah melalui Sistem Pengolahan Otomatis pada Fasilitas Automatic Mine Wastewater Treatment Plant yang Terintegrasi dengan Sistem Solar Cell”
---	----------------------	---

Kondisi setelah adanya program, perusahaan melakukan inisiatif inovasi yaitu melakukan konstruksi Fasilitas Automatic Mine Wastewater Treatment Plant (AMWTP) yang Terintegrasi dengan Sistem Solar Cell dan bekerja secara otomatis sebagai pengganti metode injeksi koagulan manual sehingga pengolahan air limbah dari Sump Pit, Disposal dan Stockpile Batubara akan lebih optimal terutama dalam rangka penurunan beban parameter TSS. Program inovasi ini dilakukan dengan konstruksi Fasilitas AMWTP yaitu instalasi pengolahan air limbah tambang yang terintegrasi dengan sistem kerja injeksi koagulan ke air limbah secara otomatis dengan bantuan pompa dosis yang disesuaikan dengan parameter debit aliran, pH dan TSS. Sumber energi listrik dari Fasilitas AMWTP ini adalah Solar Cell dengan total kapasitas daya yang dihasilkan 5000 Watt..



Gambar 12 Flow Process Diagram Injeksi Koagulan

Inovasi ini berdampak terhadap perubahan Sub Sistem yang mengakibatkan terjadinya perubahan alur proses yang dilakukan oleh Perusahaan. Nilai tambah dari program inovasi ini berupa Perubahan Rantai Nilai dan keuntungan yang diperoleh dari program ini dapat dirasakan oleh 3 aspek yaitu Produsen atau Perusahaan dapat mengoptimalkan penurunan beban TSS sebesar 650,21 ton dan dapat melakukan penghematan pembelian koagulan Rollflok sebesar 0,188 Milyar Rupiah serta meningkatkan kinerja dan reputasi Perusahaan dalam pemenuhan Program ESG dan SDG's. Keuntungan yang didapat oleh Konsumen atau Masyarakat di sekitar tambang yaitu dapat memanfaatkan air dari Sungai untuk keperluan sanitasi yang layak seperti Mandi, Cuci, Kakus (MCK) dan masyarakat dapat menghemat pembelian air bersih sebesar 0,402 Milyar Rupiah karena air dari outlet titik pencairan Perusahaan telah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan

7	PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. - Unit Pelabuhan Tarahan	"Instalasi Plate Flange Enclosure untuk memanfaatkan Waste Water sebagai Wet Surpression Debu pada Ship Loading Process"
Sebelum program berjalan, proses pengendalian debu di area stockpile di PTBA PELTAR dilakukan menggunakan air bersih dalam jumlah besar, yaitu 2.160m³/tahun air bersih. Metode yang digunakan saat itu melibatkan penyiraman intensif dengan air bersih untuk memastikan debu terbasahi dan tidak beterbangan. Namun, penggunaan air bersih yang berlebihan menyebabkan konsumsi air meningkat secara signifikan, meningkatkan beban biaya operasional, serta menambah produksi air limbah yang perlu diolah. Setelah program berjalan, terjadi perubahan signifikan dalam pengelolaan air dan pengendalian debu. Air limbah hasil proses industri yang telah diolah kini digunakan untuk menyiram material yang ditimbun. Skema sebelum 1800 m³/Tahun Air Bersih → 1800 m³/Tahun Penyiraman Debu → 1800 m³/Tahun Air Limbah → Kolam Pengendapan Lumpur Skema Sesudah 1800 m³/Tahun Air Bersih → 1800 m³/Tahun Penyiraman Debu → 1800 m³/Tahun Recycle & Reuse → 675 m³/Tahun Air Limbah → Kolam Pengendapan Lumpur Selain itu program ini berkontribusi pada SDGs No. 6 Target 6-4 terkait peningkatan efisiensi penggunaan air pada tahun 2023. Inovasi ini terintegrasi dengan kajian LCA yang berada pada unit proses Stock Pilling. Sehingga program ini dapat mengurangi dampak Water Scarcity Footprint (WSF) memiliki peluang perbaikan lingkungan yang berkaitan dengan penerapan Life Cycle Assessment pada lingkup Production – Energy Minimized. Dihadapkan dengan Circular Business Model inovasi ini termasuk dalam skema Wasted resources. Value Creation dari adanya program ini, yaitu dapat mengefisienkan penggunaan air (Absolut) sebesar 1.560 m³ dan penghematan biaya sebesar Rp Rp2.459.087,31 dengan anggaran biaya sebesar Rp2.500.000,00 tahun 2023..		

8	PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. - Unit Dermaga Kertapati	Eichhornia Aquatic Phytovolatilization System (EAPS)
	Sebelum adanya program, tidak ada pengolahan air di kolam lele, dan pemberian pakan berlebih menyebabkan endapan bahan organik yang meningkatkan COD, serta melepaskan besi (Fe) dan mangan (Mn). Kandungan Fe, Mn, dan COD yang tinggi mengakibatkan stres pada ikan lele dan menghambat pertumbuhannya. Limbah air dengan kadar Fe 0,0500 mg/L, Mn 0,0100 mg/L, dan COD 100,00 mg/L berpotensi mencemari air sungai dan lahan sekitar. Setelah adanya program, dilakukan treatment air kolam lele dengan Eichhornia Aquatic Phytovolatilization System (EAPS) yang menggunakan eceng gondok untuk menyerap dan menguapkan kontaminan. Tanaman ini menstabilkan Fe dan Mn melalui penyerapan di akar serta mendegradasi COD dengan memecah bahan organik. Hasil pengujian menunjukkan penurunan kadar Fe menjadi 0,0200 mg/L, Mn menjadi 0,0040 mg/L, dan COD menjadi 40,00 mg/L. Value Creation dalam program ini pada tahun 2024 dapat menurunkan beban pencemar air sebesar 0,0001114 Ton Fe, 0,0000753 Ton Mn dan 0,1101600 Ton COD dan menghasilkan penghematan biaya pada tahun 2024 sebesar Rp 6.680.269,60  <pre> graph TD subgraph "Sebelum Program" A1((Air kolam lele di masyarakat)) --> A2((Tidak diolah)) --> A3((Beban Pencemar Air Tinggi)) end subgraph "Setelah Program" B1((Kolam lele di masyarakat)) --> B2((Menggunakan EAPS)) --> B3((Beban Pencemar Air)) end </pre> Inovasi ini termasuk dalam perubahan Sistem dengan klasifikasi Sustainable City dikarenakan Kerjasama antara perusahaan dan kelompok masyarakat Rule Athalla sebagai upaya dalam mendukung “Kota Berkelanjutan” dan tujuan SDGs ke-6, yaitu “Menjamin Ketersediaan serta Pengelolaan Air Bersih dan Sanitasi yang Berkelanjutan untuk Semua” sehingga mampu mengubah Sistem. Inovasi ini memiliki nilai tambah yaitu Rantai Nilai dimana program ini memberikan dampak pada pemerintah dengan membantu dalam capaian target pemerintah sebagai stakeholder mengendalikan kualitas air, pada perusahaan mendapat penghematan biaya pengolahan sebesar Rp 6.680.269,60 dan masyarakat memperoleh manfaat berupa peningkatan kualitas air kolam lele, yang meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen ikan sebesar 30%, sehingga meningkatkan pendapatan ekonomi mereka	
9	PT. Kuansing Inti Makmur	Pemanfaatan Air Hujan dari Sump Kerinci untuk Penyiraman Jalan Tambang

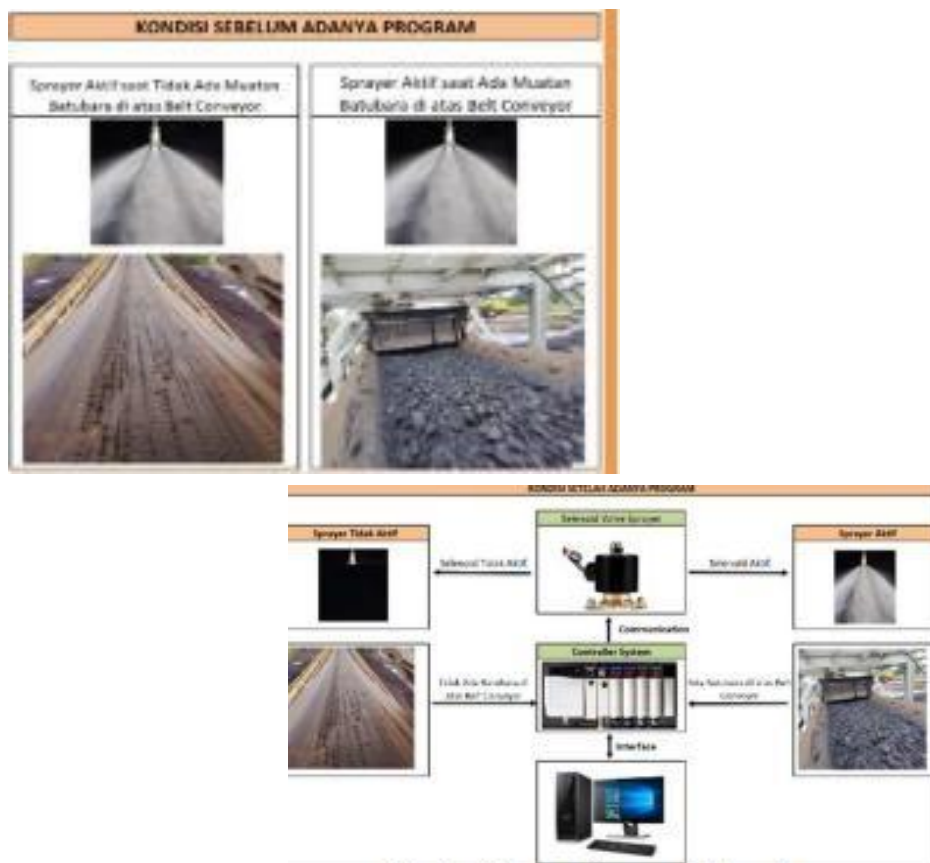
Kegiatan pertambangan batubara erat kaitannya dengan air limbah yang dikenal sebagai air asam tambang. Namun pada prakteknya, rentang pH pada air asam tambang dari masing-masing aktivitas pertambangan dapat berbeda satu sama lain. Ada kondisi tertentu suatu kegiatan penambangan menghasilkan air asam tambang dengan pH sangat masam yaitu di bawah 2-4, ada juga yang mendekati netral pada 4-6, sehingga memerlukan teknik pengelolaan yang berbedabeda. Namun demikian, kondisi operasional di KIM cukup berbeda dari tambang-tambang pada umumnya yang menghasilkan air asam tambang dengan kualitas pH masam. Air asam tambang yang dihasilkan di KIM memiliki pH cenderung netral sehingga tidak memerlukan pengelolaan menggunakan bahan kimia. Meski demikian, KIM tetap melakukan pengelolaan air asam tambang dengan membuat fasilitas sedimen pond untuk melaminirkan air yang dihasilkan sebelum dialirkan ke badan air.



Inovasi ini merupakan inovasi perubahan sistem dari kondisi pengelolaan air asam tambang yang dihasilkan, dimana terdapat keunikan dengan tidak diperlukannya treatment menggunakan bahan kimia, melainkan tetap dilakukan pemantauan secara berkala. Value Creation yang dihasilkan yaitu perubahan rantai nilai dari paradigma pengelolaan air asam tambang, yang pada kondisi di KIM tidak memerlukan pemakaian bahan kimia seperti kapur aktif, dll. Inovasi ini turut mendukung SDGs pada poin (9) dan (14).

10	PT. Arutmin Indonesia Tambang Kintap	SIRAMAN BARATA (SISTEM PENYIRAMAN BATUBARA BERBASIS TONASE)
----	--------------------------------------	---

Program ini mempunyai dampak dalam Perubahan Komponen dengan dilakukan Proses Improvement dalam proses efisiensi air dengan penambahan sistem pengontrolan penggunaan air sesuai tonase batubara. Hal ini menyebabkan terjadinya penghematan penggunaan air yang sebelumnya selalu aktif saat proses pemuatan batubara menjadi berkurang sesuai dengan tonase batubara yang terbaca saat proses pemuatan batubara yang menyebabkan terjadi pengurangan penggunaan air sebesar 1.382 liter/jam untuk crushing dan 8.877 liter/jam pada bargaining.



Gambar 9 Ilustrasi Program Sebelum dan Sesudah SIRAMAN BARATA

Inovasi Siraman Barata mempunyai nilai tambah perubahan layanan produk, bagi perusahaan mampu melakukan efisiensi air 5.387 m³ dan menjaga kualitas moisture batubara di bawah 34% yang akan didistribusikan bagi konsumen. Inovasi ini setara dengan penghematan jasa pembelian air sebesar Rp 1.898.000.000,-.

11	PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. - Unit Pelabuhan Tarahan	"Instalasi Plate Flange Enclosure untuk memanfaatkan Waste Water sebagai Wet Supression Debu pada Ship Loading Process"
Sebelum program berjalan, proses pengendalian debu di area stockpile di PTBA PELTAR dilakukan menggunakan air bersih dalam jumlah besar, yaitu 2.160m³/tahun air bersih. Metode yang digunakan saat itu melibatkan penyiraman intensif dengan air bersih untuk memastikan debu terbasahi dan tidak beterbangan. Namun, penggunaan air bersih yang berlebihan menyebabkan konsumsi air meningkat secara signifikan, meningkatkan beban biaya operasional, serta menambah produksi air limbah yang perlu diolah. Setelah program berjalan, terjadi perubahan signifikan dalam pengelolaan air dan pengendalian debu. Air limbah hasil proses industri yang telah diolah kini digunakan untuk menyiram material yang ditimbun.		
		
		
Gambar 10 Ilustrasi Program Sebelum dan Sesudah SIGRA GERING		
Selain itu program ini berkontribusi pada SDGs No. 6 Target 6-4 terkait peningkatan efisiensi penggunaan air pada tahun 2023. Inovasi ini terintegrasi dengan kajian LCA yang berada pada unit proses Stock Pilling. Sehingga program ini dapat mengurangi dampak Water Scarcity Footprint (WSF) memiliki peluang perbaikan lingkungan yang berkaitan dengan penerapan Life Cycle Assessment pada lingkup Production – Energy Minimized. Dihadapkan dengan Circular Business Model inovasi ini termasuk dalam skema Wasted resources. Value Creation dari adanya program ini, yaitu dapat mengefisienkan penggunaan air (Absolut) sebesar 1.560 m³ dan penghematan biaya sebesar Rp Rp2.459.087,31 dengan anggaran biaya sebesar Rp2.500.000,00 tahun 2023. Dari sisi Life Cycle Assessment, inovasi ini terletak pada unit over burden removal, coal getting dan waste water treatment dimana unit tersebut termasuk dalam ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Inovasi ini merupakan Process Improvement dengan pengurangan beban konsentrasi TSS 300 mg/l ke 285 mg/l melalui perubahan metode Sistem Gravity Sludge Dewatering. Inovasi memiliki nilai tambah pada perubahan layanan, bagi perusahaan mampu mengurangi beban pencemar TSS 1,64 Ton serta material lumpur dapat dijadikan media tumbuh yang subur untuk pembibitan tanaman reklamasi di Nursery yang dapat mengurangi pembelian pupuk sebanyak 0,2 ton atau setara Rp 1.800.00,- untuk material endapan sebanyak 0,5 ton.		

12	PT. Berau Coal - Site Lati	“Pemanfaatan Purun Tikus pada Catchment Area sebagai Adsorben Kontaminan Fe & Mn dalam Air Limbah”
	Sebelum adanya program, treatment air limbah pada perusahaan menggunakan sistem koagulasi dan flokulasi yang selanjutnya akan diendapkan pada settling pond WMP 23 LT sebelum dibuang ke badan air. Proses ini belum optimal untuk melakukan removal terhadap parameter Fe dan Mn, hal ini disebabkan karena tidak adanya proses treatment tambahan setelah proses pengendapan pada settling pond. Setelah dilakukan program, perusahaan memanfaatkan catchment area di area settling pond WMP 23 LT yang terbentuk secara alami dan ditumbuhi oleh vegetasi Purun Tikus. Vegetasi Purun Tikus merupakan jenis tanaman hyperakumulator logam berat Fe dan Mn, hal ini dikarenakan kemampuan Purun Tikus yang dapat mengadsorpsi dan mengabsorpsi logam berat Fe dan Mn. Kondisi Sebelum Program Catchment area WMP 23 LT Pengolahan air limbah dari unit proses di settling pond untuk menurunkan parameter Fe dan Mn Dilakukan maintenance pada settling pond 4 kali dalam setahun untuk mendapatkan hasil pengolahan yang optimal Kondisi Sesudah Program Pengolahan air limbah dari unit proses di settling pond untuk menurunkan parameter Fe dan Mn Terjadi regenerasi Purun Tikus (hyperakumulator logam berat Fe dan Mn) yang terbentuk secara alami Peningkatan removal settling pond sebesar 40% Pada area catchment area settling pond terdapat vegetasi Purun Tikus yang mampu menyerap logam berat Fe dan Mn Pada area catchment area settling pond terdapat vegetasi Purun Tikus yang mampu menyerap logam berat Fe dan Mn	
13	PT. Multi Harapan Utama	“Redesigning Intermittent Automatic Water Spray Methods for Different Types of Mine Roads”

Perubahan yang dilakukan pada sub system – value chains optimisation fasilitas pendukung untuk penyiraman atau water spray area jalan tambang menggunakan water truck. Proses penyiraman area jalan tambang (mine roads) dilakukan secara manual dan terkadang tidak terukur kemudian dilakukan perubahan metode berdasarkan penelitian dengan berbagai jenis kondisi jalan yang dipadukan dengan teknologi automatic water spray. Perubahan siklus dan metode penyiraman jalan tambang yang dilakukan adalah pada jalan datar 10 meter siram dan 10 meter putus, untuk jalan menanjak atau tikungan digunakan 10 meter siram dan 30 meter putus. Inovasi yang memadukan perubahan metode dan teknologi penyiraman ini memberikan perubahan pada penurunan pemakaian air serta pada rantai nilai.



Gambaran skematis inovasi perubahan metode water spray area tambang

Inovasi ini masuk kedalam reduce type of waste resources yaitu berdampak pada pemakaian air yang lebih rendah (design requires low water consumption) yaitu terjadi penurunan pemakaian air untuk aktivitas penyiraman area jalan tambang pada tahun 2023 sebesar 42,341 m³ dan tahun 2024 sebesar 5,579 m³ dalam waktu 6 bulan, jika dikonversi dalam rata-rata pertahun sama dengan 11,158 m³/tahun. Inovasi ini juga berdampak pada penghematan biaya pemakaian air sebesar Rp 245,576,450 pada tahun 2023 dan Rp 32 Juta pada tahun 2024, dengan total penghematan biaya sebesar Rp 278 Juta selama 18 bulan atau rata-rata penghematan biaya sebesar Rp 185 juta/tahun..

14 PT. Aneka Tambang (Persero), Tbk. - Unit Bisnis Pertambangan Nikel Maluku Utara (Buli)

**PROGRAM WATER GREEN
TREATMENT : OPTIMALISASI
PENURUNAN PADATAN
TERSUSPENDED PADA AIR BEKAS
KEGIATAN WORKSHOP**

Permasalahan Awal dari program inovasi initerkait konsumsi air dari hasil kegiatan workshop berpotensi menyebabkan dampak negative terhadap kelestarian lingkungan. Air yang terkontaminasi dari kegiatan workshop ini tidak dapat dimanfaatkan karena memiliki kandungan Total Suspended Solid (TSS) yang tinggi. Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi ini ialah pengelolaan air yang mereduksi nilai padatan tersuspensi melalui Water Green Treatment dengan system overflow dan eco filter yang bertujuan untuk mengoptimalkan penurunan pada parameter TSS dan bahan pencemar lainnya, dengan menggunakan 6 bak penampungan yang memiliki fungsi bak 1,2 dan 3 merupakan sedimentasi, bak 4 dilengkapi pompa yang bertenaga panel surya berfungsi sebagai penyedot oil, bak 5 berfungsi sebagai sedimentasi dan filterisasi, bak 6 sebagai indikator yang berisi ikan air tawar dan sebagai bak akhir.

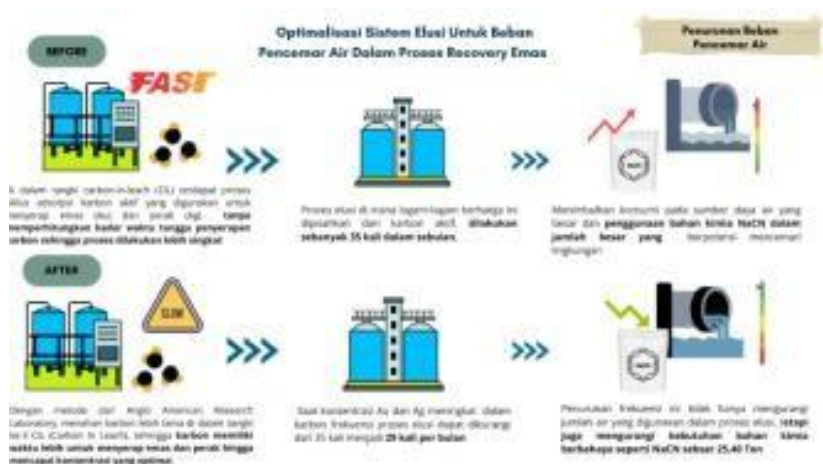


Gambar 10. Gambaran Program Inovasi Efisiensi Air dan BPA

Dalam Life Cycle Assessment produksi bijih Nikel tahun 2024 yang termasuk dalam ruang lingkup raw materials. Penerapan program inovasi PT ANTAM Tbk UBPN Maluku Utara telah berkontribusi pada ekonomi sirkular (circular economy) pada kategori Wasted Embedded Value pada Four Type of Wasted Value, dimana terdapat pengurangan beban pencemar air oada parameter TSS sebagi hasil dari air bekas kegiatan workshop.

15	PT Aneka Tambang Tbk. - UBPE Pongkor	Optimalisasi Sistem Elusi Untuk Beban Pencemar Air Dalam Proses Recovery Emas
----	--------------------------------------	---

Sebelum adanya program, proses elusi dilakukan 35 kali per bulan tanpa memperhitungkan kandungan emas dan perak dalam karbon aktif. Hal ini menyebabkan karbon memiliki waktu tinggal lebih singkat, sehingga elusi lebih sering dari yang diperlukan, mengakibatkan pemborosan sumber daya seperti air dan bahan kimia yang sangat besar. Setelah program, mengadopsi metode Anglo American Research Laboratory, elusi dilakukan hanya saat karbon mencapai kandungan emas dan perak optimal, dengan menahan karbon lebih lama di tangki CIL. Frekuensi elusi berkurang dari 35 menjadi 29 kali per bulan tanpa mengurangi hasil, menghemat penggunaan air dan bahan kimia. Program ini berdampak pada Perubahan Komponen dimana terjadi perubahan alur proses yang dilakukan oleh perusahaan dengan eco-inovasi berupa Process Improvement.



Gambar 13. Skema Program Inovasi

Nilai Tambah dari program inovasi ini berupa Perubahan Perilaku dimana Perusahaan dapat merasakan keuntungan dari berkurangnya timbulan beban pencemar dan penghematan dalam pembelian NaCN. Bagi supplier merasakan manfaatnya karena terdapat kontrak dalam maintenance untuk pembersihan dan pemeliharaan di treatment plant, selain itu inovasi ini mempermudah supplier dalam pembersihan treatment plant karena residu sisa pengolahan dari proses elution berkurang. Dampak Lingkungan yang dirasakan berupa penurunan beban pencemar air pada parameter CN sebesar 25,40 Ton di tahun 2023 yang setara dengan penghematan sebesar Rp. 770.178.800/Tahun.

16	PT. Vale Indonesia, Tbk.	Intelligent COagulant for Mine Water TreaTmEnt (INCO MATTE)
	Sebelum program inovasi Intelligent Coagulation for Mine Water Treatment (INCO MATTE) diimplementasikan di PT Vale, injeksi koagulan dilakukan secara manual dengan cara operator mengatur bukaan katup kran keluaran koagulan secara berkala. Penambahan koagulan yang kurang dari dosis seharusnya dapat menyebabkan beban Cr⁶⁺ yang dibuang ke badan air lebih besar. Sedangkan, penambahan koagulan yang lebih dari dosis dapat menyebabkan pH turun drastis dan meningkatkan beban pencemar besi dan TSS. Program inovasi INCO MATTE merupakan program yang muncul dari internal PT Vale Indonesia dimana program tersebut mengaplikasikan Human Machine Interface dalam penambahan koagulan secara otomatis. Logic yang tertanam pada sistem akan menyesuaikan dosis penambahan koagulan sesuai debit dan kualitas air yang masuk. Sehingga kualitas air limbah terolah jauh dibawah baku mutu akibat dari proses reduksi Cr⁶⁺ menjadi Cr³⁺ secara sempurna. Berdampak beban pencemar yang dibuang ke badan air berkurang dan terhindar dari flok logam besi. Selain itu, program ini dihubungkan juga dengan resirkulasi air keluaran dari kolam pengolahan yang digunakan sebagai bahan baku untuk melarutkan padatan koagulan (ferrous sulfate)	



Gambar 13. Ilustrasi sebelum program INCO MATTE



Gambar 14. Ilustrasi sesudah program INCO MATTE

Program inovasi INCO MATTE, berdampak pada nilai tambah rantai nilai, karena memberikan keuntungan tidak hanya pada internal perusahaan, melainkan pihak-pihak yang ada pada rantai nilai produk yaitu pihak pengangkutan ferrous sulfate (supplier) maupun konsumen (pihak ke-3 operator water treatment) dan akses air bersih kepada masyarakat yang lebih baik.

17 PT Bukit Asam (Persero) Tbk - Unit Pertambangan Tanjung Enim

Penanaman Mangrove Sebagai Pereduksi Logam Berat – KPL BB 04

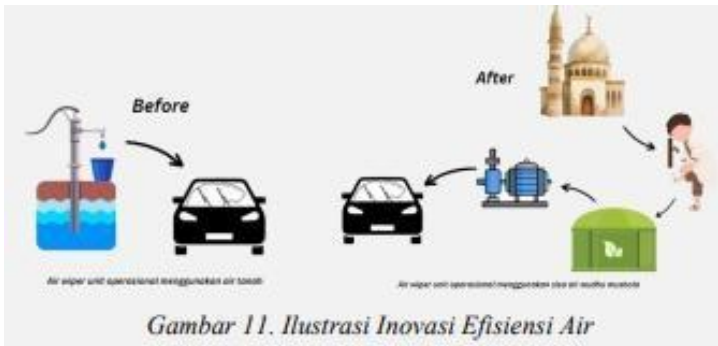
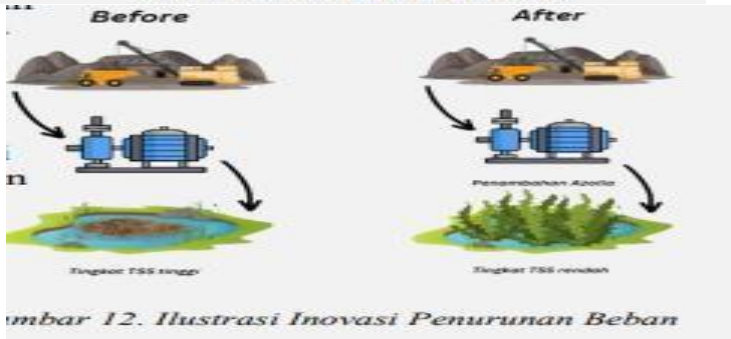
PTBA memunculkan metode baru pada Penurunan beban pencemar air dikarenakan program Penanaman Mangrove dapat menurunkan nilai konsentrasi Fe dan Mn pada air limbah. Inovasi ini berdampak pada perubahan Sub-sistem Ecoinovasi value chain optimization dimana terdapat perubahan dalam metode pengelolaan air asam tambang dengan menggunakan tanaman mangrove yang tanaman tersebut dihasilkan dari pembibitan yang dilakukan oleh masyarakat desa sungsang IV, Kecamatan Banyuasin II, Kabupaten Banyuasin.



Gambar 17. Kondisi sebelum program inovasi



Gambar 18. Kondisi setelah program inovasi

	Nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa perubahan rantai nilai, dan keuntungan yang diperoleh dari program ini bagi produsen/perusahaan berupa perubahan dari metode penanganan kualitas air asam tambang dari KPL yang sebelumnya hanya memanfaatkan bahan kimia, sekarang dapat memanfaatkan tanaman fitoremediasi, Keuntungan bagi konsumen berupa selalu terjamin ketersediaan batubara dalam kegiatan utamanya dikarenakan tidak adanya komplain dari masyarakat terkait pencemaran air.	
18	PT. Arutmin Indonesia Tambang Asam-Asam	BERDAYA (Bersama Daur Air Wudhu untuk Tambang)
Tingginya penggunaan air tanah sebagai sumber utama untuk kebutuhan operasional tambang dapat menyebabkan penurunan cadangan air tanah secara signifikan jika digunakan secara berlebihan. Dari permasalahan tersebut, muncul ide inovatif dari internal perusahaan untuk mendaur ulang air wudhu yang berasal dari mushola menjadi air wiper kendaraan operasional. Inovasi ini tidak hanya menciptakan solusi berkelanjutan, tetapi juga mengintegrasikan aspek sosial dan religius yang selaras dengan budaya setempat. Perubahan sub-system dalam inovasi ini dapat dilihat dari keuntungan yang didapat pada tiap mata rantai terkait (value chain optimization). Bagi perusahaan, keuntungan yang didapat adalah penghematan air sebanyak 2.722 m³, sedangkan bagi pihak mushola, keuntungan yang didapat adalah menurunnya beban pencemar sebesar 2.722 m³.		
 <i>Gambar 11. Ilustrasi Inovasi Efisiensi Air</i>		
 <i>Gambar 12. Ilustrasi Inovasi Penurunan Beban</i>		
Setiap kegiatan pertambangan, terutama di lokasi yang memiliki kadar batubara eco coal, akan menghasilkan Total Suspended Solids (TSS) yang berpotensi mencemari lingkungan dan berdampak negatif terhadap ekosistem perairan serta kehidupan masyarakat sekitar. Berdasarkan permasalahan ini, departemen SHE internal perusahaan mengembangkan ide inovasi untuk memanfaatkan tanaman azolla sebagai penurun kadar TSS pada settling pond. Azolla terbukti meningkatkan efektivitas pengendapan partikel, menggantikan penggunaan bahan kimia koagulan sebagai metode utama, dengan memanfaatkan filter biologis alami		

19	PT Borneo Indobara	Rekayasa HydroContainment dengan Instalasi Composite Dewatering Bags untuk Menekan Konsentrasi Partikel dalam Pengelolaan Air Limbah
	Program Rekayasa HydroContainment dengan Instalasi Composite Dewatering Bags untuk Menekan Konsentrasi Partikel dalam Pengelolaan Air Limbah adalah teknologi inovatif pengolahan air limbah tambang yang memanfaatkan composite dewatering bags untuk menangkap Total Suspended Solids (TSS). Sebelum adanya program, air limbah tidak menjalani pre-treatment sebelum masuk ke settling pond, sehingga lumpur dengan TSS tinggi (89.910 mg/L) masuk langsung ke pond. Akibatnya, beban pengolahan dengan injeksi tawas dan sedimentasi menjadi berat, dengan efisiensi penghilangan TSS hanya mencapai 60%. Hal ini memerlukan waktu retensi yang lama (4 hari) untuk mengendapkan TSS, menyebabkan beberapa settling pond harus ditutup karena ketidakmampuan menangani beban pengolahan. Setelah adanya program, pre-treatment dengan Rekayasa HydroContainment dengan Composite Dewatering Bags dipasang sebelum air limbah masuk ke settling pond.  Gambar 12 Skema Sebelum dan Sesudah Program	Program ini memberikan nilai tambah rantai nilai dimana bagi perusahaan dapat mengurangi penggunaan kimia untuk pengolahan air dan penghematan biaya pengolahan air sebesar Rp 947.500.000,00, bagi supplier dengan keuntungan dari pembelian dan perawatan material khusus senilai Rp 6.643.200.000,00, bagi masyarakat dengan lingkungan yang lebih bersih dan air yang tidak tercemar dan bagi pembuangan akhir dengan mengurangi volume limbah yang dibuang ke TPA, mencegah pencemaran, dan memastikan air yang dilepaskan sudah bersih sesuai standar lingkungan.
20	PT Mifa Bersaudara	program inovasi DUSTER (Aplikasi Dust Removal Chemical untuk Efisiensi Air Tanah pada Unit Dust Sprayer System) Setelah program, Inovasi yang dilakukan yaitu mengaplikasikan tambahan senyawa kimia dust removal pada unit dust sprayer system dengan air tanah dicampur dengan senyawa tersebut kemudian diaplikasikan pada kegiatan penyemprotan debu pada proses dumping. Hal ini dimana jumlah air tanah yang digunakan tidak terlalu banyak karena sudah mengaplikasikan Dust Removal Chemical pada unit sprayer. Proses Aplikasi Dust Removal Chemical untuk Efisiensi Air Tanah pada Unit Dust Sprayer System saat proses dumping di Hopper OLC. Dust Removal Chemical sendiri berfungsi untuk menahan debu atau bahan berbutir halus penyebab terbentuknya debu.

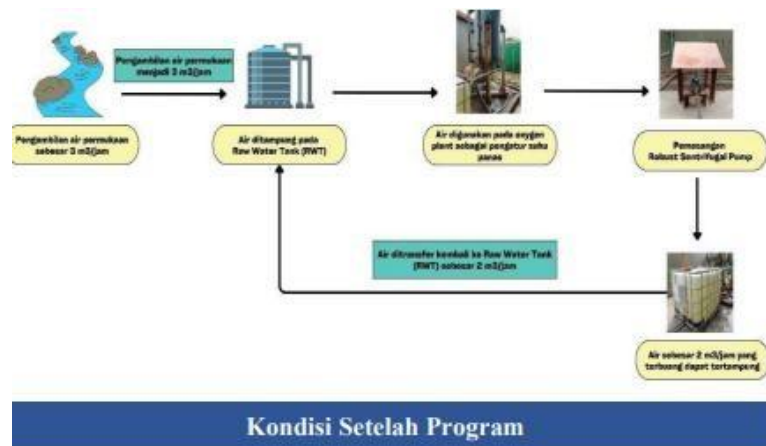


Dampak lingkungan Program berupa efisiensi penggunaan Air Tanah dengan nilai absolut efisiensi air sebesar 6.170 m3 dengan penghematan program efisiensi air sebesar Rp. 19.435.500 pada tahun 2024. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah perubahan Rantai nilai dan keuntungan yang diperoleh dari program inovasi. Pada Perusahaan, berupa efisiensi penggunaan Air Tanah dengan nilai absolut efisiensi air sebesar 6.170 m3 dengan penghematan program efisiensi air sebesar Rp. 19.435.500. Pada Konsumen, Menjaga pasokan batubara ke PLTU 1-2, sebesar 3.000.000 Juta Ton dari Total Jumlah 10.000.000 Ton produksi PT. Mifa Bersaudara setiap tahunnya. Pada supplier, keuntungan dari permintaan maintenance dari proses service sebanyak 12 kali setiap tahun

21
PT. Agincourt Resources
“Penambahan Robust Centrifugal Pump pada Post Treatment Oxygen Plant untuk Feed Heat Exchanger pada Ore Processing Plant”

Sebelum adanya program, kegiatan di wilayah Processing Plant memerlukan air baku sebagai penunjang berbagai proses pengolahan sebesar 5 m3 /jam. Air baku tersebut bersumber dari air permukaan yang kemudian ditampung pada Raw Water Tank (RWT) sebelum ditransfer kepada masing-masing unit pengolahan yang memerlukan air baku. Setelah adanya program, PT Agincourt Resources memanfaatkan air yang terbuang sia-sia dari Oxygen Plant menggunakan robust centrifugal pump dan pipa. Robust Centrifugal Pump akan memompa air dari Oxygen Plant yang terbuang kemudian disalurkan dengan pipa menuju tadahan sementara sebelum ditransfer ke Raw Water Tank (RWT).

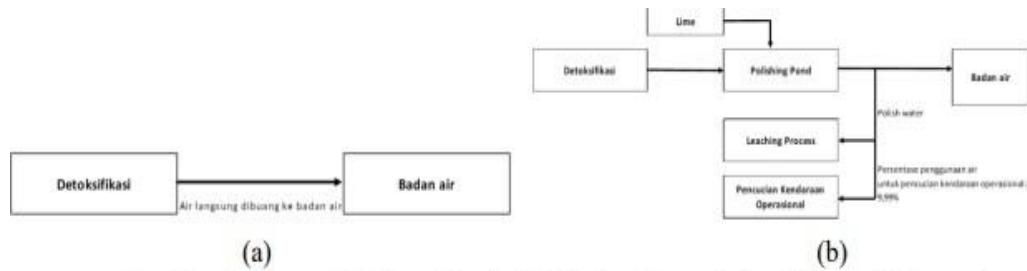
Kondisi Sebelum Program



Program inovasi ini termasuk dalam kualifikasi Perubahan Komponen, dengan klasifikasi Material Efficient Manufacturing dan memberikan nilai tambah rantai nilai. Berdasarkan kajian LCA program ini terletak pada Unit Leaching & Adsorption yang termasuk pada lingkup Production dalam kategori perbaikan lingkungan Waste as Input dan menurunkan dampak water scarcity footprint sebesar 191.055,60 m³. Kemudian dalam circular business model, inovasi ini termasuk pada wasted embedded value

22	PT. Hengjaya Mineralindo	“HydroCatch Underground Program”
Sebelum program inovasi, kebutuhan air bersih baru untuk berbagai aktivitas yang berada di workshop dan laboratorium dapat mencapai 11,546 m³ setiap harinya. Adapun air yang digunakan di kedua unit tersebut sepenuhnya berasal dari air sumur. Setelah program inovasi, air hujan dikumpulkan dari permukaan yang luas, seperti tanah terbuka dan di atas struktur tertentu seperti atap bangunan, gedung, dan tanggul penahan. Air yang ditampung akan melalui proses pengolahan berupa filtrasi untuk menghilangkan kontaminan dan dialirkan menuju penyimpanan di bawah tanah.		

	Sebelum Program <pre> graph TD AS[Air Sumur] --> WL[Workshop + Laboratorium] subgraph Consumption direction LR AS --- C1[Konsumsi Air 4.156,650 m3] end </pre> Setelah Program <pre> graph TD AS[Air Sumur] --> WL[Workshop + Laboratorium] AS --> C1[Konsumsi Air 576,000 m3] C1 --> WL HUP[Hydropath Underground Program] --> F[Filtrasi] F --> WL F --> C2[Konsumsi Air 3.580,650 m3] C2 --> WL </pre> inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan pada Raw Materials melalui Bio-based and renewable yang dilakukan di proses pendukung yang berkaitan dengan proses produksi melalui pemanfaatan air hujan untuk aktivitas workshop dan laboratorium. Selain itu, apabila ditinjau dari Four Types of Wasted Value, inovasi ini berada di siklus reverse logistics untuk mencegah terbentuknya wasted embedded value yaitu melalui daur ulang atau pemanfaatan kembali air tadah hujan untuk kegiatan di area workshop dan laboratorium perusahaan.
23	PT. J. Resources - Bolaang Mongondow Blok Bakan “Implementasi Polishing Pond Sebagai Sistem Pengolahan akhir”
	PT J Resources Bolaang Mongondow memiliki program inovasi terkait penurunan beban pencemar air dengan nama “Implementasi Polishing Pond Sebagai Sistem Pengolahan akhir”. Inovasi ini muncul sebagai solusi strategis untuk mengoptimalkan penggunaan air yang telah diolah. Dengan tujuan memaksimalkan nilai guna air yang memenuhi standar baku mutu, sistem ini dapat secara signifikan mengurangi konsumsi air bersih (fresh water). Polishing Pond menyediakan sumber air alternatif, sehingga perusahaan tidak perlu sepenuhnya bergantung pada pasokan air baku dari sungai. Kondisi sebelum inovasi adalah proses pencucian kendaraan operasional di Perusahaan hanya mengandalkan air baku sungai dan langsung dibuang ke badan air. Kondisi setelah inovasi adalah proses pencucian kendaraan operasional di perusahaan sudah menggunakan air dari polishing pond. Adanya air dari polishing pond mampu menjadi sumber air tambahan untuk memenuhi kebutuhan air operasional Perusahaan, serta mengoptimalkan pemanfaatan air yang telah diolah.



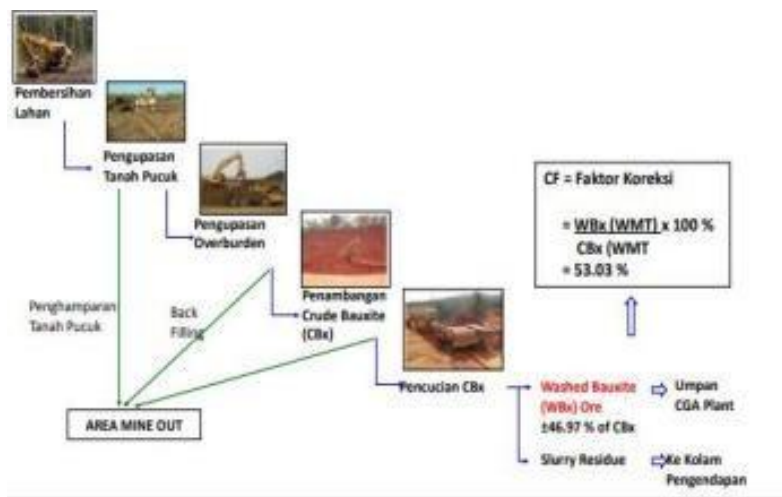
Gambar 9. Skema Polishing Pond: (a) Sebelum Inovasi; dan (b) Sesudah Inovasi

Implementasi program inovasi Polishing Pond sebagai Sistem Pengolahan Akhir memberikan dampak nilai tambah berupa optimalisasi rantai nilai dan perubahan perilaku berupa keuntungan kepada beberapa pihak, seperti produsen/perusahaan, konsumen, dan supplier. Anggaran yang diperlukan dalam inovasi ini sebesar Rp400.000.000. Dampak lingkungan yang dihasilkan dari inovasi ini mampu mengurangi penggunaan air baku sebesar 28.805,69 m3 dengan penghematan biaya sebesar Rp22.180.384 pada tahun 2024.

24 PT. Aneka Tambang (Persero), Tbk. - UBP Bauksit Tayan

Efisiensi Air Pada Proses Pencucian Wbx Dengan Modifikasi Operasional Feeding Rate Washing Plant

Sebelum adanya program, produktivitas Feeding belum tercapai yaitu hanya mencapai 193,2 ton/jam. Biaya per ton untuk Feeding dan Ore getting berada pada tingkat cukup tinggi, yaitu Rp. 23.342. Proses persiapan Start dan Stop di Washing Plant mengalami keterlambatan yang dengan delay mencapai 48,25 jam untuk persiapan Start dan 69,82 jam untuk persiapan Stop. Masalah lainnya adalah ketidakstabilan dalam mencapai ritase yang berdampak negatif pada efisiensi operasional. Selain itu, proses pencucian Ore Bauxite juga menunjukkan adanya keborosan dalam penggunaan air



Gambar 17. Gambaran Skematis Program Inovasi Efisiensi Air

Setelah adanya program, produktivitas Feeding berhasil ditingkatkan menjadi 217 ton/jam dan melebihi target. Biaya per ton untuk Feeding dan Ore getting berhasil diturunkan menjadi Rp21.225, termasuk penurunan harga BBM yang berkontribusi pada pengurangan biaya hingga Rp. 16.724. Keterlambatan dalam proses persiapan Start dan Stop di Washing Plant berhasil diminimalisir dengan waktu persiapan Start berkurang menjadi 43,77 jam dan persiapan Stop menjadi 21 menit dalam satu hari. Kecepatan ritase juga berhasil distabilkan di setiap jam sehingga kecepatan dumptruck tetap konsisten tanpa perubahan drastis yang dapat mengganggu alur produksi.

25	PT. Gag Nikel	“Nursery Water Sprinkler”
Program inovasi Nursery Water Sprinkler merupakan tipe inovasi penambahan komponen melalui peningkatan proses (process improvement) pada proses penggunaan air untuk penyiraman. Dalam proses ini, konsumsi air untuk penyiraman menjadi lebih efisien karena menggunakan water sprinkler. inovasi ini memiliki nilai tambah perubahan perilaku yaitu meningkatkan kesadaran pekerja terhadap pentingnya upaya efisiensi air (untuk pegawai perusahaan) serta memberikan dampak positif ke lingkungan dengan berkurangnya pemakaian air bersih oleh perusahaan.		
 Gambar 19 Skema Inovasi Program Efisiensi Air Nursery Water Sprinkler  Gambar 20 Skema Inovasi Program Penurunan Beban Pencemar SEKODI - (Sekat Kolam Sedimentasi)		
Program Inovasi SEKODI – (Sekat Kolam Sedimentasi) merupakan tipe inovasi perubahan komponen melalui peningkatan proses (process improvement) pada proses produksi dari membuang air tambang yang sudah memenuhi baku mutu namun masih keruh, menjadi membuang air limbah yang aman sesuai dengan baku mutu sekaligus lebih jernih. Apabila ditinjau dari LCA, inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses produksi melalui penambahan sekat pada kolam sedimentasi. Proses ini akan meningkatkan waktu tinggal air sehingga dapat menjernihkan air limpasan tambang pada kolam sedimentasi yang ada pada proses pertambangan.		
26	PT. Indominco Mandiri	Efisiensi Air di Area CPP3 dengan Menggunakan Sensor Automatis pada Penyiraman

Area Crushing Plant Production (CPP) aktivitas utamanya adalah reducing size batubara agar sesuai dengan standar kualitas produk yang dibawa menggunakan truk hauling. Proses pengangkutan batubara dari CPP ke Port dengan double vessel truck, yang pada saat dumping ke area Port berpotensi menghasilkan debu batubara, sehingga dilakukan penyemprotan menggunakan air. Pada awalnya dilakukan secara manual menggunakan valve dan tenaga pekerja, saat ini digunakan sensor PLC sederhana yang beroperasi secara otomatis sesuai dengan aktivitas kendaraan sehingga mampu mengurangi pemakaian air berlebih.

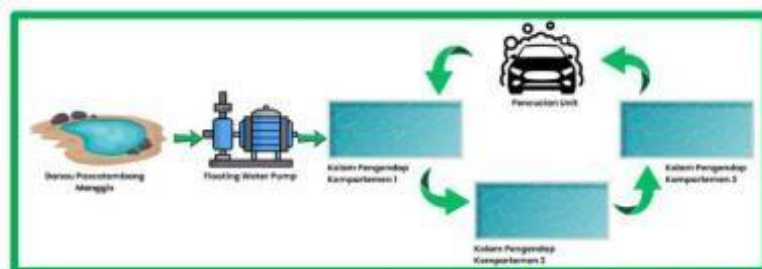


Inovasi ini termasuk perubahan sistem penyiraman yang sebelumnya manual saat ini menjadi otomatis sehingga lebih efektif mendukung konservasi air dan ramah pekerja. Adapun Value Creationnya adalah perubahan Rantai Nilai dari air yang digunakan, termasuk dari produk batubara yang dihasilkan menjadi lebih ramah pada lingkungan sekitar dengan minimisasi potensi debu yang dihasilkan. Inovasi ini turut mendukung SDGs melalui responsible consumption sekaligus mendukung Life Cycle Thinking pada konteks penggunaan sumber daya air.

27 PT. Arutmin Indonesia Tambang Senakin

**WAVE-MAGIC (WASHPAD AND VEHICLE ENVIRONMENTAL SYSTEM – MINING AREA GREEN INITIATIVE USING CYCLE WATER)
MEMANFAATKAN AIR DANAU PASCATAMBANG MANGGIS**

Program inovasi ini merupakan ide dari Section Environmental yang bekerjasama dengan Departemen Engineering PT Arutmin Indonesia Tambang Senakin. Tingginya penggunaan air baku yang dipakai untuk operasional pencucian unit-unit tambang di lokasi washpad Manggis menjadi dasar program efisiensi air melalui konsep 3R (Reduce, Reuse, Recycle) ini dilaksanakan. Konsep 3R dalam efisiensi air meliputi pemanfaatan air danau pascatambang, menggunakan Kembali air sisa pencucian unit melalui konsep kolam pengendapan ditambah penjernihan menggunakan tawas dengan sistem pemompaan. Air yang ada di kolam washpad akan dilakukan pergantian setelah rata rata setiap 3 bulan sekali.



Gambar 9.3 Skematis Program Inovasi

Program inovasi ini mempunyai dampak dalam perubahan komponen dengan adanya proses improvement pada kegiatan penggunaan air bersih untuk area pencucian unit (washpad). Sebelum inovasi pada kegiatan tersebut sumber air bersih untuk pencucian unit didapat melalui air tanah yang dipompa melalui sumur bor. Sesudah inovasi, sumber air tanah diganti dengan program pemanfaatan air danau pascatambang dengan sistem floating water pump menuju area pencucian unit (washpad) yang sudah dilengkapi kolam pengendap dengan 3 kompartemen bersirkulasi. Program ini memberikan dampak positif ke lingkungan dengan meningkatnya program konservasi air tanah dan air permukaan.



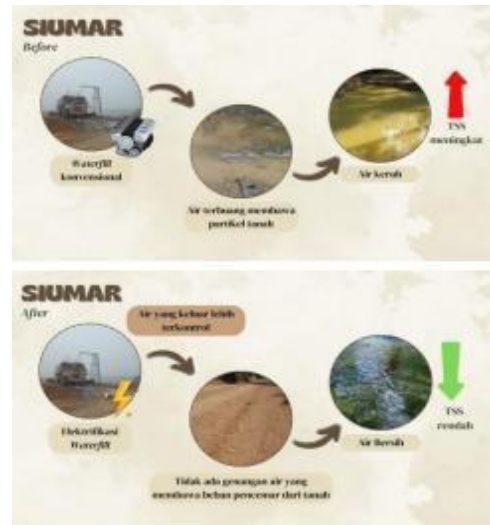
Gambar 9.7 Skematis Program Inovasi

program inovasi ini adalah tingginya tingkat gangguan di area reklamasi akibat pertumbuhan tanaman akasia yang signifikan. Tanaman akasia yang tidak terkendali akan menghambat pertumbuhan tanaman reklamasi akibat sifat alelopati dari akasia. Desa Dukan sendiri merupakan desa binaan (Ring 1) PT Arutmin Indonesia Tambang Senakin. Program Penurunan beban pencemar air di area masjid Desa Dukan dengan memanfaatkan filter karbon aktif dari tanaman invasif reklamasi jenis Akasia

28 PT. Arutmin Indonesia Tambang Satu

RETRO WATERFILL

Konsumsi air untuk penyiraman operasional tambang berasal dari pemompaan air dan dimasukkan kedalam water truck. PT ARUTMIN INDONESIA TAMBANG SATUI melakukan inovasi RETRO WATERFILL yang merupakan sebuah pemanfaatan teknologi sistem kontrol jarak jauh dengan menggunakan remote wireless. Sistem yang digunakan adalah menambahkan Teknologi remote pada waterfill air manual yang sebelumnya menggunakan saklar on off manual untuk menyalakan air yang akan dipompa masuk ke water truck.



Hal tersebut menyebabkan terbuangnya air dari water truck yang sudah penuh terisi. Penggunaan remote, menghilangkan keperluan operator untuk turun mematikan pompa air waterfill sehingga memberikan keuntungan efisiensi penggunaan air sebesar sebesar 6,76 m3 dan biaya yang dapat diminimalkan Rp 1.123.560.396. Program ini memberikan nilai ekonomi dari pengurangan keperluan air. Dengan berkurangnya jumlah air yang terbuang akan memaksimalkan penghematan air dan penggunaan sumber daya air yang bijak dan berkelanjutan. Inovasi ini merupakan inovasi baru yang memiliki unsur kebaruan karena belum diimplementasikan pada sektor industri pertambangan dan pengembangannya berasal dari perusahaan sendiri.

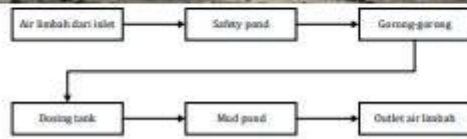
Area operasional tambang memerlukan penyiraman sebagai upaya pengelolaan debu. Penyiraman dilakukan dengan mengisi air ke water truck di waterfill. Waterfill manual menghasilkan air yang terbuang ketika truck penuh, sehingga air yang tumpah ke tanah membawa partikel tanah masuk kedalam kolam air dengan membawa beban pencemar baru (TSS). Dengan inovasi SIUMAR ini, kami bisa menjadikan waterfill elektrik yang lebih presisi pada saat pengisian air sehingga tidak ada air tumpah ke tanah dan membawa beban pencemar baru. Sebelum adanya program ini, air yang tumpah dari water truck pada saat pengisian selalu membawa partikel TSS ke lingkungan.

29	PT. Arutmin Indonesia NPLCT	TIM SMG PT Arutmin Indonesia NPLCT
----	-----------------------------	------------------------------------

2

1

Sebelum dilaksanakan inovasi program kondisi debit air limbah yang masuk ke dalam treatment pond yaitu sebanyak kurang lebih 3.300.000 m³/bulan dengan rata-rata hasil pengukuran di outlet SP 116 mg/liter dan penggunaan rata-rata chemical per bulan yaitu sebanyak 1,6 ton per bulan. Setelah dilaksanakan inovasi program debit menjadi sebesar 1.112.000 m³ /bulan, rata-rata hasil pengukuran parameter TSS di outlet sebesar 22 mg/liter, dan penggunaan rata-rata chemical per bulan yaitu 1,2 ton per bulan. Perubahan inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada sektor Pertambangan menurut Best Practice 2018-2023 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan



Sebelum Inovasi



Sesudah Inovasi

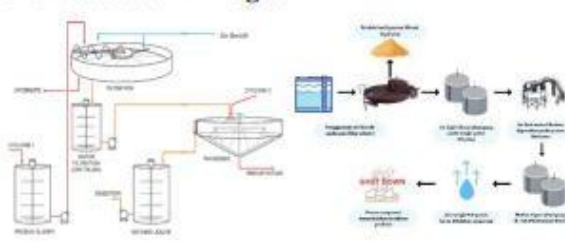
Program SISTEM SFC (Penurunan Beban Pencemar Air menggunakan STATIC CONCRETE FLOCCULATOR) dilaksanakan di unit Mine Water Management termasuk dalam ruang lingkup Production yang telah masuk ruang lingkup kajian LCA tahun 2024. Dalam Life Cycle Assessment produk batu bara, unit tersebut termasuk dalam ruang lingkup core process. Pelaksanaan program ini berdampak berupa penurunan beban pencemar air limbah pada tahun 2023 sebesar 1.054 ton pencemar yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp493.729.776. Program ini berdampak pada perubahan komponen dengan nilai tambah perubahan layanan produk dimana program ini membawa dampak positif bagi Perusahaan, Konsumen (Lingkungan) berupa penurunan beban pencemaran yang cukup signifikan sehingga beban pencemaran yang masuk ke dalam badan air penerima dapat dikurangi dan meningkatkan daya dukung serta daya tampung dari badan air penerima.

31 PT Indonesia Chemical Alumina

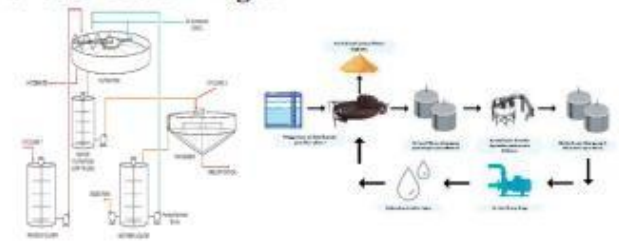
Optimalisasi Mother Liquor Dengan Re-Heel Slurry Pump di Pan Filter Chain-1

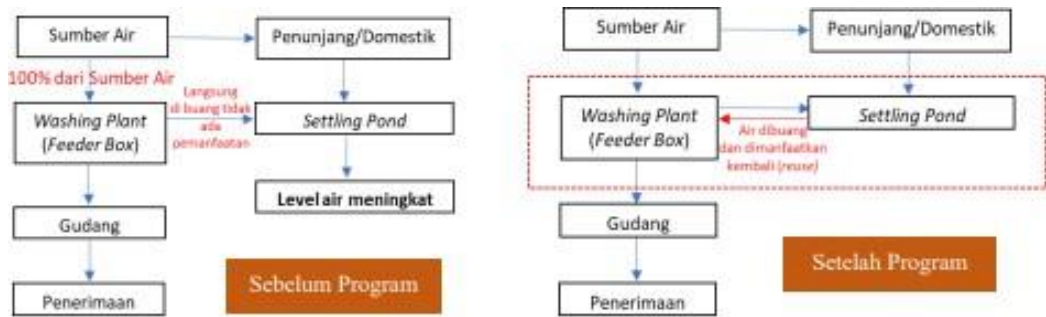
PT. Indonesia Chemical Alumina merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pemurnian alumina dengan satu proses produksinya adalah proses Bayer yang mana proses ini bertujuan untuk ekstraksi bijih bauksit menjadi alumina. Terdapat 4 chain produksi di PT ICA yang mana penggunaan air di setiap chain nya cukup tinggi. Telah dilakukan analisis penggunaan air dan permasalahan yang terjadi adalah input air yang tinggi pada proses Bayer tepatnya pada unit filtrasi di chain 1. Sebelum adanya program, tingginya penggunaan air bersih dengan rata-rata air yang digunakan mencapai 1,06 m³ /ton produk pada sistem filtrasi yang mengakibatkan bertambahnya volume isi tangki. Jika volume tangki melebihi batas maka akan mengakibatkan proses Bayer dan seluruh aktivitas produksi di PT. ICA terjadi shutdown karena kelebihan air harus ditangani dengan metode evaporasi.

Skema Sebelum Program



Skema Setelah Program



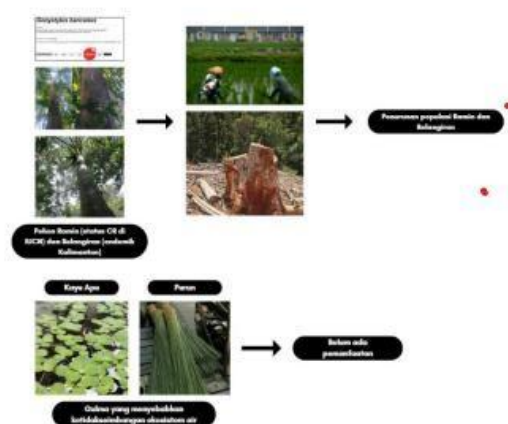
	Setelah adanya program, dilakukan optimalisasi penggunaan mother liquor yang merupakan larutan hasil dari proses pengendapan hydrate yang masih mengandung bahan pengotor yang tidak terendapkan. Dengan adanya penggunaan mother liquor ini, dapat mengefisiensikan penggunaan air bersih dan penggunaan kaustik soda. Karena mother liquor sudah mengandung kaustik soda, maka terjadi penghematan pada penggunaan kaustik soda pada proses ini. Penggunaan air setelah adanya program menjadi sebesar 0,91 m³ /ton produk. Mother liquor dioptimalisasikan ke dalam proses filtrasi dengan menggunakan Re-Heel Slurry Pump dari tangki PLS (Plant Liquor Stock) ke Pan Filter Chain-1 pada proses Bayer sehingga mengurangi frekuensi evaporasi dan mengeliminasi shutdown pada proses Bayer	
32	PT. Mitra Stania Prima - Tambang	“Tin Ore Washing from Domestic Wastewater in Feeder Box”
Program Inovasi Tin Ore Washing from Domestic Wastewater in Feeder Box merupakan tipe inovasi perubahan komponen yaitu Process Improvement yang mana dilakukan penghematan bahan (reuse) pada proses produksi dari 100% penggunaan sumber air bersih menjadi sebagian kecil dari sumber air dan sebagian besar dari air settling pond. Proses pencucian bijih timah merupakan salah satu rangkaian inti dalam penambangan bijih timah di Tambang. Peningkatan jumlah dan kapasitas produksi bahan baku bijih timah yang setiap tahun semakin besar akan berdampak terhadap kebutuhan air. Hal ini, mengakibatkan meningkatnya konsumsi penggunaan air di perusahaan. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan inovasi untuk menghemat penggunaan air agar tidak mengeksploitasi penggunaan air dari sumber nya seperti air tanah dan air permukaan. Maka dari itu, air dari pengolahan settling pond dapat digunakan untuk penggunaan air proses produksi pada pencucian bijih timah.		
 Gambar 16 Skema Inovasi Program Efisiensi Tin Ore Washing from Domestic Wastewater		
Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa efisiensi air pada tahun 2024 sebesar 1.717,55 m³ dan penurunan biaya atau penghematan sebesar Rp 17.034.614,64. Selain itu, inovasi ini memiliki nilai tambah perubahan perilaku yaitu meningkatkan kesadaran pekerja terhadap pentingnya upaya efisiensi air (untuk pegawai perusahaan) serta memberikan dampak positif ke lingkungan dengan berkurangnya pemakaian air oleh perusahaan.		

Konservasi Kehati

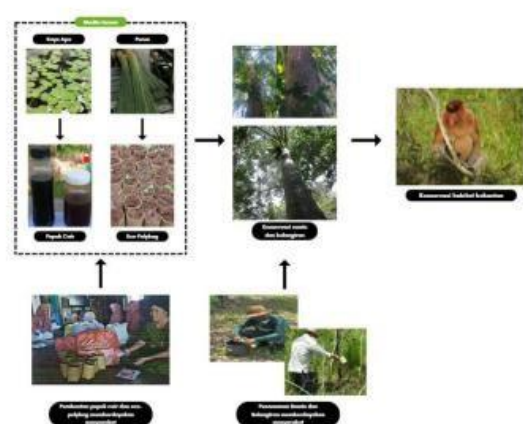
No	Nama Perusahaan	Judul Inovasi
1	PT. Adaro Indonesia	Konservasi Tanaman Loa (<i>Ficus rocemosa</i>) di Lahan Tergenang sebagai Pakan Bekantan (<i>Nasalis larvatus</i>) Menggunakan Metode Rumah Panggung
Program Konservasi Tanaman Loa (<i>Ficus rocemosa</i>) di Lahan Tergenang sebagai Pakan Bekantan (<i>Nasalis larvatus</i>) Menggunakan Metode Rumah Panggung berawal dari kondisi lingkungan yang ada di sekitar area danau pasca tambang. Pada area sekitar danau pasca tambang, terdapat sisa-sisa kulit kelapa muda yang dihasilkan oleh penjual atau masyarakat setempat yang bermukim di daerah sekitar area tambang. Kemudian, PT Adaro Indonesia juga memiliki area reklamasi tergenang seluas 20 Ha yang berpotensi untuk dijadikan kawasan konservasi dengan menerapkan konsep Ecological Green Belt di area tersebut. Pemantauan juga menunjukkan adanya aktivitas bekantan di sekitar danau yang menunjukkan potensi ekosistem alami yang perlu dijaga. Permasalahan utama dalam reklamasi area danau pasca tambang terletak pada kondisi lahan yang tergenang, yang membuat akar pohon sulit tumbuh dan menyebabkan dominasi tumbuhan rumput-rumputan.  Gambar 15. Kondisi Penanaman Tanaman Loa Sebelum dan Setelah adanya inovasi Setelah adanya program, area danau pasca tambang yang semula tergenang kini berhasil ditanami tanaman loa karena menggunakan metode rumah panggung sehingga air danau yang pasang tidak akan sampai menggenangi seluruh tumbuhan. Program inovasi ini berdampak pada perubahan Sistem, yang mana program ini berkontribusi dalam penambahan luasan ruang terbuka hijau (RTH) Kabupaten Balangan sebesar 2% pada tahun 2024. Program ini juga berkolaborasi dengan pemerintah, LSM, dan Masyarakat dalam kegiatan monitoring keberhasilan program ini. Kemudian, perubahan Sistem pada program ini juga terdapat pada konservasi berbasis genom dengan konservasi spesies terancam punah yaitu bekantan yang berstatus EN dalam IUCN. Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah keberhasilan pertumbuhan Loa (<i>Ficus rocemosa</i>) sebanyak 290 batang dan kemunculan Bekantan (<i>Nasalis larvatus</i>) sebanyak 2 ekor pada tahun 2023 dengan anggaran Rp 156.250.000.		
2	PT. Antang Gunung Meratus	Konservasi Tanaman Rawa Gambut Ramin dan Belangiran yang Terancam Punah dengan Metode Bio-Cultivation Memanfaatkan Kayu Apu dan Purun

Maka dari itu, PT AGM berinisiatif untuk melakukan konservasi tanaman Ramin dan Belangiran dalam program Konservasi Tanaman Rawa Gambut Ramin dan Belangiran yang Terancam Punah dengan Metode Bio-Cultivation Memanfaatkan Kayu Apu dan Purun. Sebelum adanya program, belum adanya upaya konservasi pohon Ramin dan Belangiran yang optimal sehingga terjadi penurunan populasi dari tanaman tersebut. Penurunan populasi ini disebabkan oleh eksploitasi yang berlebihan karena tingginya permintaan pasar. Ramin dan Belangiran hidup di daerah rawa gambut, tetapi banyaknya konversi lahan untuk kegiatan perkebunan dan pemukiman menjadikan ruang hidup mereka berkurang dan menghambat proses regenerasi alami. Setelah adanya program, dilakukan konservasi dengan metode Bio-Cultivation. Bio Cultivation merupakan Teknik konservasi yang ramah lingkungan dengan menggunakan pupuk yang terbuat dari campuran kayu apu dan eco-polybag yang terbuat dari Purun. Kayu apu memiliki kandungan unsur hara yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sehingga dimanfaatkan sebagai campuran pupuk cair. Program inovasi Konservasi Tanaman Rawa Gambut Ramin dan Belangiran yang Terancam Punah dengan Metode Bio-Cultivation Memanfaatkan Kayu Apu dan Purun memenuhi unsur kebaruan menurut Best

Skema Sebelum Program



Skema Setelah Program



Practice yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan kehutanan Tahun 2021-2023 dan belum dilakukan oleh sektor sejenis. Inovasi ini termasuk dalam klasifikasi sistem dengan teknik pertanian berkelanjutan, melestarikan spesies yang terancam punah, dan bekerja sama dengan Masyarakat Desa Lawahan. Dampak positif yang didapatkan adalah pertumbuhan Ramin dan Belangiran optimal dengan perbaikan unsur hara tanah dengan penggunaan pupuk cair dari kayu apu dan eco-ploybag dari tanaman Purun.

3	PT. Arutmin Indonesia Tambang Batulicin	Eco-Biji (Bank Biji Untuk Ekosistem Satwa)
----------	--	---

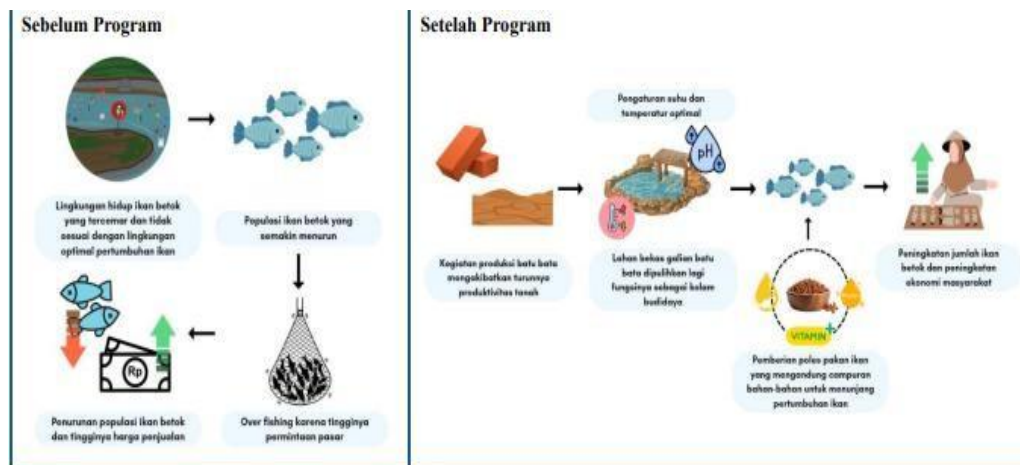
Dalam rencana untuk menjadikan area Konservasi Reklamasi Pascatambang Atasela menjadi tempat habitat khususnya satwa yang dilindungi, PT Arutmin Indonesia Tambang Batulicin bersama dengan Lembaga akademisi menemukan bahwa agar satwa kembali ke area konservasi tersebut, diperlukan sumber pakan yang mencukupi. Program Eco-Biji (Bank Biji Untuk Ekosistem Satwa) ini diharapkan dapat mengembalikan populasi satwa di area konservasi, terkhusus untuk satwa yang dilindungi. Pengembangan program Eco-Biji (Bank Biji Untuk Ekosistem Satwa) sebagai sumber pakan satwa yang dilindungi berasal dari kajian sendiri, dimana ditemukan bahwa frekuensi kemunculan satwa yang dilindungi sangat jarang. Sebelum program dijalankan, umumnya biji hasil konsumsi buah dan sejenisnya, dibuang langsung ke tempat sampah tanpa adanya pengelolaan lebih lanjut. Dalam hal ini, PT Arutmin Indonesia Tambang Batulicin melihat kesempatan untuk mengelola biji tersebut agar menjadi lebih bermanfaat dengan dikumpulkan dan digunakan untuk memperkaya sumber pakan di area konservasi. Inovasi ini dilakukan pada tingkat Perubahan sistem yang berdampak pada perubahan rantai nilai karena berdampak pada perbaikan lingkungan, peningkatan keanekaragaman hayati dan pendapatan masyarakat (saldo tabungan biji).

4	PT. Berau Coal - Site Binungan “Budidaya Shorea parvifolia dengan metode relay cropping di lahan bekas tambang IPD C2”
	Sebelum adanya program, upaya yang dilakukan oleh perusahaan dalam mengatasi deforestasi akibat pertambangan adalah revegetasi konvensional dengan melakukan penanaman meranti sarang punai. Akan tetapi penerapan metode revegetasi konvensional memiliki beberapa kelemahan diantaranya memakan waktu yang sangat lama sebelum ekosistem pulih serta lahan yang direvegetasi rentan terhadap erosi angin dan air sehingga menghambat proses rehabilitasi. Hal ini ditunjukkan dengan tingkat kegagalan tanaman dalam revegetasi konvensional mencapai 30-50%. Setelah adanya program, PT Berau Coal Site Binungan melakukan penerapan sistem relay cropping dalam mengatasi permasalahan yang ada. Program inovasi ini termasuk ke dalam kriteria dampak Perubahan Sub-Sistem dengan Nilai Tambah Rantai Nilai yang termasuk kedalam klasifikasi Teknik Rekayasa Ekologi. Serta memberikan manfaat bagi masyarakat dari penjualan kayu meranti sarang punai senilai Rp. 5.000.000,00 per kubik kayu. Value creation yang ditimbulkan yaitu penanaman pohon meranti sarang punai (Absolut) sebanyak 4.278 pohon dapat dibudidaya dari program ini dengan anggaran sebesar Rp 320.903.250,00 pada tahun 2024

5	PT. Berau Coal - Site Sambarata	“Penerapan Branch Cutting Methode untuk Budidaya Hibiscus Similis Melibatkan Warga Lingkar Tambang”
	Sebelum adanya program, upaya yang dilakukan oleh perusahaan dalam mengatasi deforestasi akibat pertambangan adalah revegetasi konvensional dengan melakukan penanaman meranti sarang punai. Akan tetapi penerapan metode revegetasi konvensional memiliki beberapa kelemahan diantaranya memakan waktu yang sangat lama sebelum ekosistem pulih serta lahan yang direvegetasi rentan terhadap erosi angin dan air sehingga menghambat proses rehabilitasi. Hal ini ditunjukkan dengan tingkat kegagalan tanaman dalam revegetasi konvensional mencapai 30-50%. Setelah adanya program, PT Berau Coal Site Binungan melakukan penerapan sistem relay cropping dalam mengatasi permasalahan yang ada. Kondisi Sebelum Program Kondisi Sesudah Program	
6	PT. Berau Coal - Site Sambarata	“Penerapan Branch Cutting Methode untuk Budidaya Hibiscus Similis Melibatkan Warga Lingkar Tambang”
	Setelah adanya program, upaya dilakukan dengan mengubah metode menjadi dengan branch cutting methode. Manfaat dari pengembangan dengan metode ini mempercepat pertumbuhan menjadi hanya 2-4 minggu dan memiliki tingkat keberhasilan hingga 90% serta sangat cocok untuk rehabilitasi lahan. Program ini memiliki unsur kebaruan karena belum pernah dilakukan oleh perusahaan lainnya di Indonesia khususnya pada sektor Pertambangan atau menurut Best Practice Tahun 2021-2023 yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia. Kondisi Sebelum Program	

	Kondisi Setelah Program Aktifitas Pertambangan → Pengungkapan Lokasi KIRs → Metode Baru Budidaya Waru Gunung dengan Direct-Cutting Metode Keunggulan Perbanyakan dengan Direct-Cutting Metode: • Waktu pertumbuhan menjadi lebih singkat (2-4 minggu) • Tidak perlu kegagalan • Sifat genetik sama dengan induk • Cepat dalam rehabilitasi
7	PT Kideco Jaya Agung “Ingat!!! Ada Kawan Owa” Komitmen KIDECO tidak hanya menjalankan suatu kewajiban pengelolaan lingkungan. KIDECO juga secara berkelanjutan melakukan berbagai upaya inovasi disetiap aspek pengelolaan lingkungan dan berbagai inisiatif sebagai turunan dari strategi ESG (Environment, Social, Government) perusahaan. Selain itu Kideco juga melakukan inovasi dalam program Identifikasi, Perlindungan dan Pengamatan salah satu satwa endemik kalimantan yaitu Owa Kelawat (Hylobates mualleri) di kawasan Arboretum Tandarayan. Secara international Owa Kelawat tergolong satwa dilindungi yang masuk dalam appendix I dan termasuk dalam kategori Endangered atau dalam daftar merah IUCN yang memiliki resiko kepunahan yang sangat tinggi di alam liar. CHART PROSES REKLAMASI REVEGETASI <pre>graph TD subgraph "PROSES LAND REHAB" A[Pengaturan Countur Tanah] --> B[Penebaran Tanah Soil] B --> C[Pembuatan Drainase] end subgraph "PROSES REVEGETASI" D[Penanaman Land Cover Crop] --> E[Penanaman Tanaman Lokal] E --> F[Penanaman Tanaman Pioneer] end subgraph "PROSES PEMANTAUAN" G[Pemantauan Pertumbuhan] --> H[Pemantauan Flora & Fauna] H --> I[Dokumentasi & Pelaporan] end C --> D F --> G H -.-> J[INOVASI KEHATI
INGAT!!! ADA
KAWANAN OWA] J -.-> K[Perubahan
Sub Sistem]</pre> Inovasi ini juga mengintegrasikan aspek ekologi dan keanekaragaman hayati secara lebih mendalam, dengan fokus pada habitat spesifik Owa Kalawat. Dengan pendekatan yang lebih terencana dan berbasis data, pemeliharaan dan pengelolaan habitat dapat lebih efisien. Pemilihan jenis tanaman yang tepat dapat mengurangi kebutuhan intervensi manusia dalam jangka panjang. Selain melestarikan Owa Kalawat, inovasi ini juga meningkatkan kesadaran dan keterlibatan komunitas local. Program edukasi dan partisipasi masyarakat dalam kegiatan konservasi memberikan nilai tambah sosial dan ekonomi. Pada tahun 2024, dengan dilakukannya inovasi ini, KIDECO berhasil mengidentifikasi jumlah koloni Owa Kalawat sebanyak tiga koloni dari yang sebelumnya di tahun 2020 hanya ada satu koloni.

8	PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. - Unit Pelabuhan Tarahan	“Modifikasi Media Tanam Terumbu Karang Dengan Menggunakan FABA Di Perairan Teluk Lampung”
	Sebelum program berjalan, Penanaman dilaksanakan dengan menggunakan pipa paralon PVC berisi 8 bibit. Bibit-bibit ini ditempel menggunakan semen dan pipa kemudian diletakkan di titik penanaman oleh para penyelam. Namun ternyata hal tersebut menimbulkan limbah plastic PVC yang dapat berpotensi menimbulkan microplastic di lautan yang membutuhkan waktu sangat lama dalam penguraiannya. Sehingga kemudian PT Bukit Asam Tbk bersama dengan LPPM Institut Teknologi Sumatera bekerja sama untuk mencari alternative dalam mengurangi hal tersebut yaitu dengan menggunakan semen yang dikombinasikan dengan Limbah Fly Ash Bottom Ash (FABA) yang merupakan limbah hasil operasional PLTU untuk digunakan sebagai media tanam. Skema Sebelum: Pipa PVC yang digunakan untuk menanam terumbu karang yang akan rusak. Pipa PVC tersebut akan menimbulkan limbah mikroplastik yang berbahaya. Skema Sekarang: Struktur beton yang terbuat dari FABA dan semen digunakan untuk menanam terumbu karang. Struktur beton ini lebih ramah lingkungan dan tidak menimbulkan limbah mikroplastik. Setelah adanya program, Berdasarkan hasil pengamatan selama kurang dari 3 bulan, diketahui bahwa kandungan FABA ternyata sangat berpengaruh terhadap perkembangan bibit terumbu karang, terlihat dari substrat terumbu karang yang mulai muncul dan menyatu dengan media tanam. Kerjasama ini tertuang dalam Perjanjian Kerjasama antara PTBA Unit Peltar dan Institut Teknologi Sumatera dengan No:T/759/25500/HK.03/IX/2024.	
9	PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. - Unit Dermaga Kertapati	Ecosystem Rehabilitation dengan Perlindungan Fauna Endemik Ikan Betok (Anabas Testudineus)
	Kondisi sebelum adanya program, populasi Ikan Betok yang ada di Sumatera Selatan terus menurun sehingga menyebabkan tingginya harga Ikan Betok di pasaran. Pada bulan Januari tahun 2019, di Pasar tradisional Kota Palembang Sumatera Selatan harga ikan betok ukuran besar berkisar 50.000-70.000/kg, harga ini lebih tinggi dibandingkan harga ayam potong dan ikan jenis lainnya. Sesudah berjalannya program, dilakukan Ecosystem Rehabilitation sebagai langkah untuk peningkatan populasi ikan betok. Dalam pelaksanaan program ini melakukan beberapa pendekatan yaitu, Ecosystem Rehabilitation dilakukan dengan konservasi eksitu melalui pembuatan kolam dari lahan bekas galian produksi industri batu bata di Kelurahan Sukamoro, budidaya secara eksitu dilakukan dengan memperhatikan kondisi lingkungan yang terkontrol sesuai dengan habitat asli, serta pakan yang diberikan berupa poles yang terdiri dari campuran bahan-bahan seperti minyak ikan, lemak nabati, vitamin, dan probiotik yang merupakan pakan berkualitas untuk mempercepat pertumbuhan, reproduksi serta berat dan ukuran ikan betok.	



Dampak positif yang dirasakan dari program ini adalah peningkatan populasi Ikan Betok di Kelurahan Sukamoro, peningkatan pengetahuan masyarakat tentang bagaimana cara budidaya ikan betok yang baik dengan merencanakan kondisi lingkungan budidaya dan pakan yang optimal untuk berkembang biak ikan betok sehingga penambahan populasi ikan meningkat dengan signifikan dan memanfaatkan lahan bekas galian produksi batu bata untuk mengembalikan fungsinya (Ecosystem Rehabilitation)

10 PT. Jorong Barutama Greston

Konservasi Tanaman Lokal Kalimantan Selatan Sebagai Sumber Pewarna Alami untuk Produk Kain Sasirangan

dapat semakin ditingkatkan tidak hanya untuk aktivitas reklamasi tetapi juga sebagai inspirasi pada diversifikasi produk masyarakat sekitar. Adanya isu penggunaan tinta pewarnaan kain dengan bahan kimia turut menambah potensi pencemaran lingkungan, belum lagi karena kandungan toxic di dalamnya yang berpotensi paparan kepada pekerja. Untuk itu JBG turut melakukan upaya konservasi terintegrasi baik untuk aktivitas reklamasi, juga untuk pengetahuan dan pembiasaan masyarakat sekitar. Untuk itu dilakukan konservasi tanaman Eucalyptus dan Belangiran yang selain merupakan tanaman lokal untuk reklamasi, juga memiliki daya warna yang kuat dan cocok digunakan sebagai bahan pewarna alami alternatif.

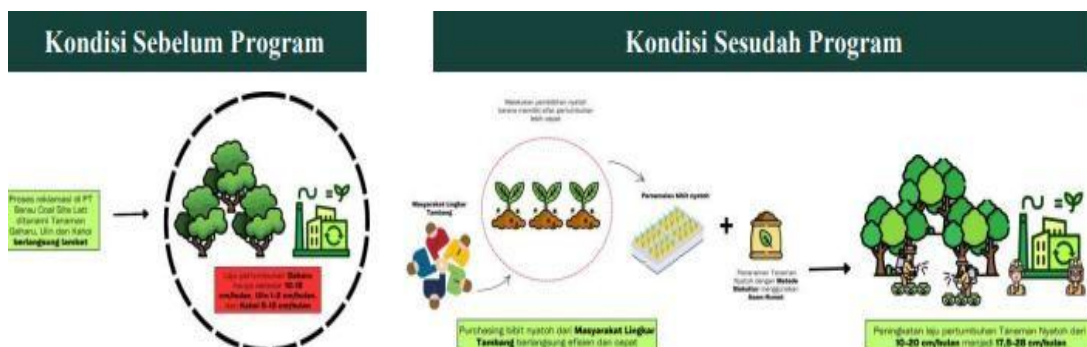
dari inovasi ini adalah perubahan pelayanan produk yang semakin kompetitif dengan adanya penggunaan bahan organik dan tetap sejalan pada keberhasilan reklamasi. Inovasi ini juga menambah keterampilan masyarakat sehingga dapat mendukung keberlanjutan sosial, ekonomi, serta lingkungan.



11 PT. Berau Coal - Site Lati

“Konservasi Insitu Budidaya Tanaman Nyatoh (*Palaquium bituluense*) Berstatus Critically Endangered dengan Metode Biokultur Menggunakan Asam Humat”

Sebelum ada program, proses pada lahan reklamasi PT Berau Coal Site Lati tanaman yang ditanam adalah Gaharu, Ulin dan Kahoi. Pemilihan penanaman tanaman tersebut berdasarkan sifatnya yang memiliki sistem perakaran kuat dan dalam sehingga berdampak pada perkuatan stabilitas tanah, struktur tanah dan pencegahan erosi. Dibalik kelebihan tanaman tersebut terdapat kelemahan yang sama pada seluruh tanaman yang ada yaitu pertumbuhan cenderung lambat pada area dengan kadar nutrisi yang rendah.



Program ini masuk dalam perbaikan lingkungan Perubahan Sub Sistem yaitu pada Klafisikasi Pertanian Berkelanjutan dengan Membangun Jaringan Perlindungan Keanekaragaman Hayati Bersama Masyarakat Lingkar Tambang. Selain berperan dalam melestarikan populasi tanaman Nyatoh, program ini memberikan nilai ekonomi bagi masyarakat sebesar Rp58.687.500,00. Program ini juga menjadikan jumlah tanaman Nyatoh mencapai 3.912 pohon yang telah ditanam pada area konservasi seluas 12,50 Hektar dengan Indeks

	Keanekaragaman Hayati (H') sebesar 1,60 dengan anggaran biaya sebesar Rp84.500.000,00 pada tahun 2024.	
12	PT. Aneka Tambang (Persero), Tbk. - Unit Bisnis Pertambangan Nikel Maluku Utara (Buli)	PROGRAM KONSERVASI BURUNG GOSONG KELAM (Megapodius freycinet)
Permasalahan Awal yang dihadapi adalah semakin menurunnya dan hilangnya luasan ekosistem serta habitat gosong kelam di alam dan masih maraknya perburuan liar burung gosong kelam dan pengambilan telur sebagai konsumsi. Masalah lainnya seperti pengetahuan masyarakat umum yang belum mengerti dan paham mengenai pentingnya keberadaan burung gosong kelam di ekosistem alami. Ide terkait penangkaran satwa langka, endemik dan dilindungi ini dikarenakan rendahnya tingkat populasi burung gosong kelam. Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi Program konservasi burung gosong kelam ini merupakan upaya konservasi menggunakan metode insitu dengan memanfaatkan lahan hutan pesisir di area perusahaan guna mencegah kepunahan satwa tersebut. Kondisi sebelum adanya program konservasi burung gosong kelam ini masih banyak perburuan satwa dan telur sebagai konsumsi oleh masyarakat.		
 Gambar 11. Konservasi Kehati Burung Gosong Kelam		
Program konservasi burung gosong kelam berdampak pada perubahan komponen dengan melakukan kegiatan konservasi insitu satwa endemik, langka, dan dilindungi bersama masyarakat sekitar perusahaan. Penerapan program Konservasi Burung Gosong Kelam pada area hutan pesisir Kawasan pertambangan PT Antam Tbk, UBPN Maluku Utara ini berdampak pada nilai tambah perubahan perilaku bagi karyawan dan masyarakat sekitar perusahaan dalam menjalankan kegiatan pelestarian satwa endemik, langka dan dilindungi.		
13	PT Aneka Tambang Tbk. - UBPE Pongkor	Konservasi In Situ dan Regenerasi Endangered Dipterocarpus hasseltii Sebagai Pembedayaan Masyarakat

Sebelum adanya program, konservasi, PT ANTAM Tbk. UBPE Pongkor menghadapi tantangan dalam menjaga keanekaragaman hayati di wilayah operasionalnya di Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS). Habitat flora dan fauna langka, terutama *Dipterocarpus Hasseltii* (palahlar), terancam karena eksploitasi oleh masyarakat setempat sebagai bahan bangunan. Eksploitasi berlebihan ini telah mengakibatkan penurunan populasi palahlar secara signifikan, mengancam kelangsungan hidupnya di habitat asli. Setelah adanya program, PT ANTAM Tbk. UBPE Pongkor bekerjasama dengan Yayasan Botanika melakukan upaya konservasi in-situ berbasis teknik genotyping dimulai dengan penilaian habitat (habitat assessment) untuk memastikan kesesuaian lingkungan bagi spesies yang akan dikonservasi.

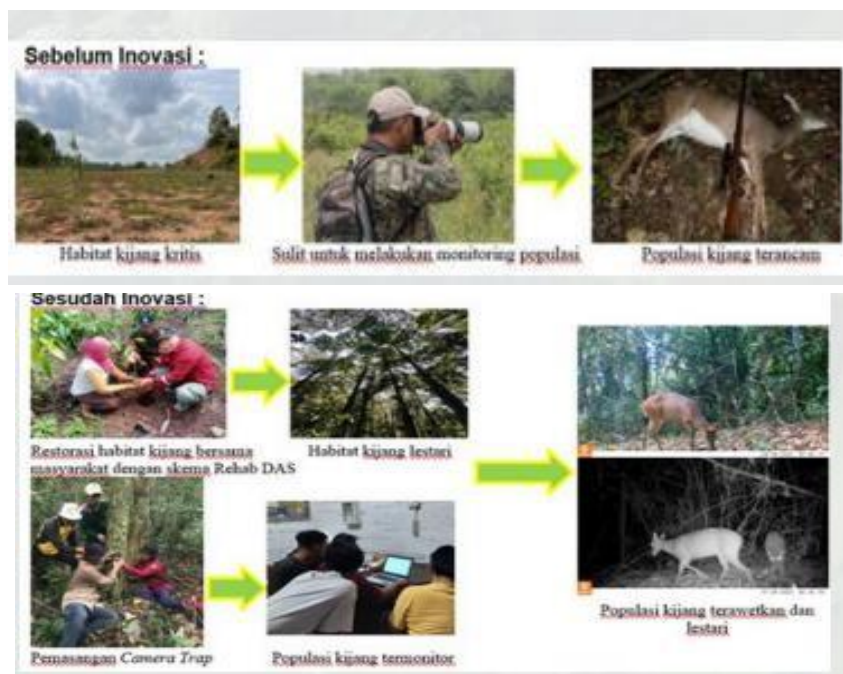


Gambar 15. Sketsa Program Inovasi KONVERDI

Nilai tambah dari program inovasi ini adalah Perusahaan dapat berpartisipasi dalam pelestarian ekosistem dan tanaman endemik sehingga menjaga kondisi stabil wilayah konservasinya, Masyarakat dalam hal ini Model Kampung Konservasi (MKK) Cisangku mempelajari konservasi genetik palahlar, memungkinkan mereka membiakkan dan menjual bibit secara mandiri. Program ini memberdayakan masyarakat lokal, memberikan manfaat ekonomi, dan menjadikan lokasi konservasi destinasi wisata serta pusat edukasi tentang palahlar. Bagi Pemerintah mendapatkan manfaat dengan terjaganya keanekaragaman hayati di wilayahnya terutama pada Taman Nasional Gunung Halimun Salak.

14	PT Bukit Asam (Persero) Tbk - Unit Pertambangan Tanjung Enim	Pengawetan Populasi Kijang Muncak (<i>Muntiacus muntjak</i>) Skema Habitat Restoration di Area Kerja Sama PTBA dengan BKSDA Sumatera Selatan
----	---	---

Konservasi satwa Muntiacus muntjak berdampak pada perubahan Sub-sistem dimana terdapat perubahan metode konservasi Muntiacus muntjak di area Rehabilitasi DAS sebagai habitat aslinya. Kondisi sebelum adanya program yaitu habitat yang kritis dan kurang menunjang kelestarian satwa serta belum termonitornya populasi satwa. Kondisi setelah adanya program yaitu faktor habitat yang lestari dan menunjang kelestarian satwa serta termonitornya populasi satwa.



Nilai tambah perubahan layanan produk yaitu menjadikan area dan metode konservasi sebagai sumber informasi dan pencaharian bagi masyarakat dan pihak eksternal lainnya untuk dapat diimplementasikan di masing-masing lokasi. Keuntungan bagi perusahaan adalah efisiensi biaya sebesar Rp 2.500.000,- /Ha dibandingkan dengan metode penanaman menggunakan perusahaan jasa penanaman, serta mendukung program penanaman bersama masyarakat di area rehabilitasi DAS sebagai upaya perbaikan lahan kritis, dan mendukung program community development dalam peningkatan kesadaran masyarakat akan konservasi keanekaragaman hayati

14 PT Borneo Indobara

Konservasi Fauna Endangered Cica Daun Besar Dengan Avian Feedscape Engineering Sebagai Pemulihan Habitat Kawasan Hutan Primer Dalam Media Greenscape Avian Reserve

Program Konservasi Fauna Endangered Cica Daun Besar dengan Avian Feedscape Engineering fokus pada monitoring, perawatan intensif, dan restorasi habitat melalui penanaman vegetasi asli di hutan primer. Program ini bertujuan melindungi burung Cica Daun Besar dan memperkaya biodiversitas di kawasan tersebut. Sebelum program ini, habitat burung Cica Daun Besar di hutan primer Kalimantan mengalami degradasi signifikan akibat penebangan liar dan alih fungsi lahan, yang mengancam populasi burung ini. Cica Daun Besar memiliki status Endangered menurut IUCN dan dilindungi oleh Permen LHK Nomor 106 tahun 2018, perusahaan berupaya memperbaiki lingkungan untuk meningkatkan populasi burung Cica Daun Besar. Setelah program diterapkan, Avian Feedscape Engineering pada Greenscape Avian Reserve berhasil menciptakan lingkungan yang mereplikasi habitat asli hutan primer, memberikan tempat aman bagi burung Cica Daun Besar.



Inovasi ini tergolong sebagai Sub-Sistem yang termasuk kedalam klasifikasi Teknik Rekayasa Ekologi dikarenakan karena melibatkan upaya rekayasa habitat secara spesifik untuk mendukung kehidupan burung Cica Daun Besar melalui Avian Feedscape Engineering. Teknik ini mencakup restorasi ekosistem hutan primer dengan menanam kembali vegetasi asli dan memulihkan struktur ekosistem yang kritis untuk keberlanjutan spesies yang dilindungi. Dengan mengintegrasikan ilmu ekologi dan teknologi, inovasi ini bertujuan untuk mengelola dan memperbaiki lingkungan secara berkelanjutan, menciptakan habitat yang mampu mendukung keanekaragaman hayati dalam jangka panjang, sehingga memenuhi prinsip-prinsip dasar rekayasa ekologi.

15 PT Mifa Bersaudara

Konservasi pohon gaharu dengan media tanam spoil fine coal) sebagai ekosistem baru lutung perak (*Trachypithecus cristatus*) dan monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*)

Setelah program, Pada saat yang sama, Mifa Bersaudara mulai mempelajari Gaharu. Tanaman ini tidak hanya dapat memulihkan habitat alami, tetapi juga menyediakan makanan yang penting bagi kedua spesies ini dengan Metode Tanam berjarak dan adanya penggunaan Spone Fine Coal untuk pohon gaharu dilakukan dengan cara menanam dengan pola garis inline yang diberi jarak sekitar 3 Meter antara Satu Pohon Gaharu dengan pohon lainnya dengan menambahkan media tanam spon fine coal dengan tujuan untuk mempercepat pertumbuhan gaharu karena pertumbuhan pohon bisa lebih efektif dan mendapatkan nutrisi secara rata di dalam tanah untuk seluruh pohon gaharu.

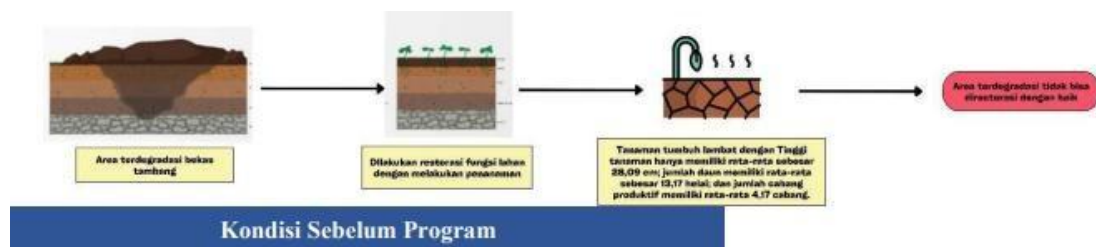


Program inovasi Gafine ini berdampak pada perubahan komponen dimana terdapat metode penanaman menggunakan media tanam Spone Fine Coal. Sebelum program Lutung perak (*Trachypithecus cristatus*) dan monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) jarang di jumpai di areal reklamasi PT Mifa Bersaudara walau areal reklamasi telah terdapat beberapa macam tanaman lokal lain sementara areal reklamasi ini telah ditanami dengan beberapa jenis tanaman lokal lainnya, seperti yang sering terjadi dalam upaya rehabilitasi lahan pascapertambangan, ternyata spesies-spesies lutung perak (*Trachypithecus cristatus*) dan monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) jarang dijumpai di sini.

16 PT. Agincourt Resources

“Pemanfaatan Katalis Mikoriza Arbuskula sebagai Rekayasa Growth Boosting pada Mekanisme Absorpsi Phospor Tanaman Kerdil Area Terdegradasi”

Kondisi sebelum adanya program, area terdegradasi kurang mampu menumbuhkan tanaman akibat tanah pada area tersebut banyak mengandung unsur toksik yang menyebabkan tumbuhan sulit atau lambat untuk berdaur-hidup. Kondisi setelah adanya program, yaitu dilakukan penambahan mikoriza arbuskula pada proses penanaman tanaman. Kemudian didapatkan hasil bahwa tanaman memiliki tinggi rata-rata 34,15 cm; jumlah daun memiliki rata-rata 19,48 helai; dan jumlah cabang produktif memiliki rata-rata sebesar 4,77 cabang. Tanaman yang bersimbiosis dengan mikoriza arbuskula dapat menyerap unsur Phospor (P) lebih tinggi yaitu sebesar 10-27% dibandingkan dengan tanaman yang tidak bersimbiosis dengan mikoriza arbuskula yaitu sebesar 0,4-13%.





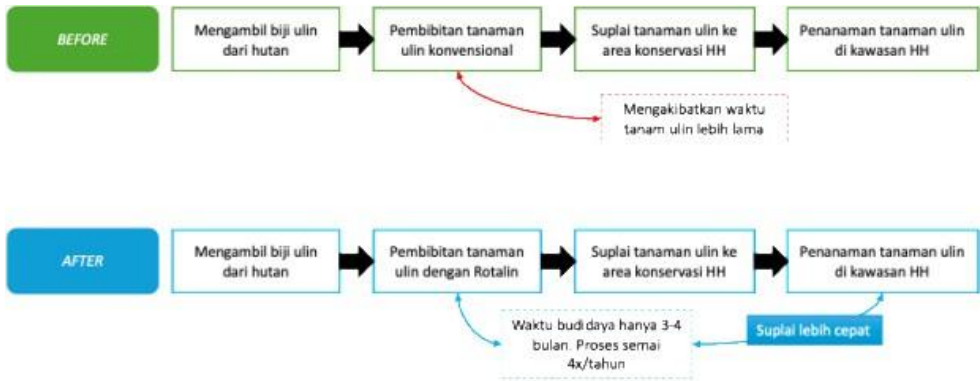
Inovasi ini memberikan dampak yang masuk dalam kualifikasi perubahan subsistem yaitu pada klasifikasi Pemulihan Ekosistem dengan Teknik Rekayasa Ekologi. Inovasi ini mendukung perbaikan dan rehabilitasi area terdegradasi wilayah operasional PT Agincourt Resources akibat kegiatan pertambangan dengan melakukan pembibitan benih tanaman menggunakan mikoriza arbuskula pada proses penumbuhannya. Pelaksanaan inovasi ini, menjadikan proses restorasi berjalan dengan cepat dan indeks keragaman hayati meningkat sehingga lahan yang direklamasi akan pulih kembali fungsinya

17 PT. J. Resources - Bolaang Mongondow Blok Bakau Program SPROUT (Sistem Pembibitan Ramah Organik dan Unik Tanpa Polybag)

PT J Resources Bolaang Mongondow memiliki tantangan pada kegiatan nursery (pembibitan) untuk keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang karena ketergantungan penggunaan lapisan tanah zona pengakaran. Sehingga PT J Resources Bolaang Mongondow melaksanakan inovasi pada tingkat komponen melalui program inovasi bernama Program SPROUT (Sistem Pembibitan Ramah Organik dan Unik Tanpa Polybag) yang berfokus pada substitusi media pembibitan menjadi media tanam yang berasal dari campuran bahan-bahan organik seperti Pupuk Bokashi, Sabut Kelapa, dan Serbuk Kayu Gergaji yang menjadi unsur kebaruan program.



Program SPROUT (Sistem Pembibitan Ramah Organik dan Unik Tanpa Polybag) memberikan salah satu dampak perbaikan lingkungan melalui keberhasilan penanaman dengan peningkatan indeks keanekaragaman hayati (H') secara keseluruhan sebesar 1.91 di tahun 2024 dari 1.32 dari tahun 2023. Secara lebih lanjut, Program inovasi yang termasuk tingkat komponen memiliki nilai tambah layanan produk bagi perusahaan dengan penghematan biaya program di tahun 2024 sebesar Rp4.986.677 (13.9%) dari tahun 2023, sedangkan nilai tambah bagi masyarakat peningkatan pengetahuan yang dihasilkan dari kegiatan Program SPROUT (Sistem Pembibitan Ramah Organik dan Unik Tanpa Polybag) yaitu dapat mengajarkan masyarakat bagaimana memanfaatkan bahan organik yang mudah dijumpai di sekitar, seperti sabut kelapa, serbuk kayu gergaji (Transfer Knowledge).

18	PT. Aneka Tambang (Persero), Tbk. - UBP Bauksit Tayan	Konservasi Tanaman Endemik Dilindungi Ulin dengan Metode Rotalin pada Kawasan Hutan Heterogen)
	Dalam menjalankan upaya konservasi tanaman endemik dilindungi, PT ANTAM Tbk UBPB Kalbar memiliki hambatan berupa perlambatan pertumbuhan tanaman. Perlambatan pertumbuhan tanaman di kawasan Hutan Heterogen dapat menyebabkan tidak tercapainya target revegetasi lahan dan secara jangka panjang tidak dapat mendukung rencana reklamasi lahan berkelanjutan. Terdapat pula permasalahan lambatnya suplai tanaman endemik Kalimantan Barat yakni tanaman ulin (<i>Eusideroxylon zwageri</i>) yang disebabkan metode pembibitan tanaman ulin yang digunakan oleh supplier masih menggunakan metode pembibitan cara tradisional, sehingga membutuhkan waktu tunggu pembibitan lebih dari setahun. Upaya konservasi tanaman ulin dengan metode Rotalin merupakan bentuk adopsi inovasi yang baru dalam kegiatan konservasi yang dilakukan dalam areal Hutan Heterogen.  Gambar 20. Skema Program Inovasi Kehati	Program ini berdampak pada perubahan Sub Sistem dengan nilai tambah rantai nilai pada cara budidaya atau pembibitan dalam siklus kegiatan budidaya tanaman endemik dan dilindungi. Sebelum adanya program, pembibitan ulin melalui biji membutuhkan kurang lebih satu tahun masa pembibitan sampai tanaman menjadi bibit siap tanam. Kondisi ini menyebabkan kelompok Tani Mamalam tidak bisa menyuplai kebutuhan tanaman ulin sesuai target. Setelah adanya program, dilakukan konservasi berbasis teknik rekayasa ekologi metode rotalin yang dapat melakukan pemangkasan waktu semai bibit tanaman ulin dan bisa memproduksi tanaman ulin lebih banyak 3-4 kali semai. Dampak lingkungan yang dihasilkan yakni berkontribusi pada penambahan jumlah flora dan perbaikan indeks keanekaragaman hayati di kawasan hutan heterogen. Terjadi penambahan bibit sebanyak 14 bibit pada tahun 2023, dan berlanjut terjadi penambahan bibit sebanyak 10 bibit pada tahun 2024. Akumulasi bibit tanaman ulin yang sudah ditanam hingga tahun 2024 adalah sebanyak 27 bibit dari total 603 pohon yang ada di kawasan konservasi Hutan Heterogen.
19	PT. Gag Nikel	“Penggunaan Kombinasi Bawang Merah dan Gula Merah sebagai Stimulus Akar pada Program BATAL BINCANG (Perbanyak Tanaman Lokal dari Biji dan Cangkok)”
	Dalam kegiatan reklamasi lahan bekas tambang, dibutuhkan ketersediaan bibit tanaman yang cukup untuk memenuhi kebutuhan revegetasi. Salah satu program telah dilakukan adalah BATAL BINCANG (Perbanyak Tanaman Lokal dari Biji dan Cangkok). Program ini dilakukan untuk meningkatkan produktivitas bibit melalui penyemaian biji dan penyangkakan tumbuhan alami. Dalam upaya menjaga neraca bibit tetap stabil dan pemenuhan kuota tanaman lokal terpenuhi serta efisiensi biaya pembelian bibit maka dilakukan upaya perubahan metode, dari sebelumnya kegiatan cangkok hanya mengandalkan kompos sebagai sumber hara, kemudian dilakukan pemberian olesan bawang merah pada bekas sayatan dan pemberian irisan gula merah pada media tanam yang ditempelkan pada sayatan batang. Bawang Merah merupakan Zat Pengatur Tumbuh berbahan organik yang merangsang mengeluarkan akar pada bekas sayatan, sedangkan gula merah sebagai bentuk sukrosa yang merupakan sumber nutrisi tanaman. Proses ini mempercepat tumbuhnya trubusan akar. Proses cangkok menjadi lebih cepat dari sebelumnya 2 – 3 bulan	

menjadi 1 – 2 bulan atau lebih cepat 1 bulan dibandingkan dengan sebelumnya.



Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa penambahan tanaman sebesar 775 bibit di tahun 2024. Selain itu program ini memiliki dampak penghematan yang didekati secara tangible dan intangible. Secara tangible penghematan yang dipeoleh pada tahun 2024 sebesar Rp 18.600.000 dari penghematan biaya pembelian bibit. Intangible value akan diperoleh dari keberhasilan reklamasi yang dapat mencairkan biaya jaminan reklamasi dan Cash cost biaya penggunaan kawasan hutan yaitu perbandingan biaya Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa penambahan tanaman sebesar 775 bibit di tahun 2024. Selain itu program ini memiliki dampak penghematan yang didekati secara tangible dan intangible. Secara tangible penghematan yang dipeoleh pada tahun 2024 sebesar Rp 18.600.000 dari penghematan biaya pembelian bibit. Intangible value akan diperoleh dari keberhasilan reklamasi yang dapat mencairkan biaya jaminan reklamasi dan Cash cost biaya penggunaan kawasan hutan yaitu perbandingan biaya reklamasi terhadap bukaan lahan. Inovasi ini memiliki nilai tambah Perubahan Perilaku berupa peningkatan kesadaran dan kepedulian karyawan PT Gag Nikel terhadap pentingnya perlindungan keanekaragaman hayati dan menjaga kelestarian alam dengan berbagai macam metode

20 PT. Indominco Mandiri

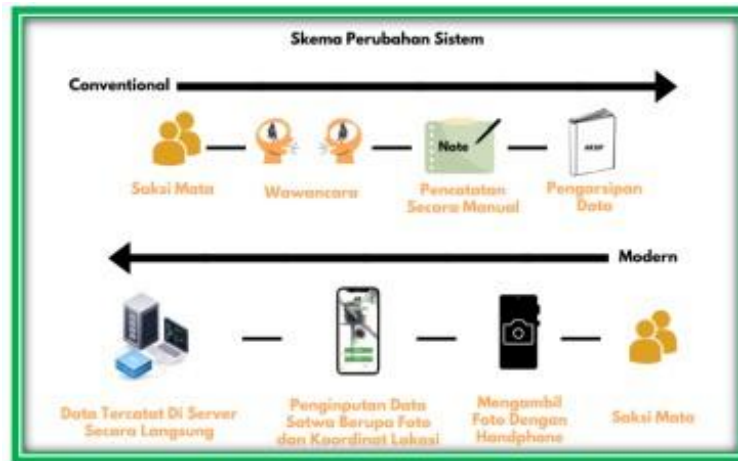
Sistem Basis Data Digital untuk Memantau Keberhasilan Konservasi Sumber Daya Hayati termasuk Menjaga Perlindungan Orangutan (*Pongo pygmaeus*) dengan Revegetasi Tanaman Buah

Pemantauan perlindungan keanekaragaman hayati merupakan kegiatan wajib pada sektor pertambangan baik mineral maupun batubara. Pada prakteknya sistem pendataan hasil monitoring konservasi yang dilakukan cukup sulit direkapitulasi akibat penyimpanan data secara individual. Untuk itu dilakukan inovasi sistem basis data yang terintegrasi dalam memantau keberhasilan konservasi termasuk yang berbasis pemberdayaan masyarakat. Inovasi ini berbasis teknologi ArcGIS dan skema dasbor single analitik sehingga memudahkan akses pengguna. Salah satu asosiasi dari inovasi ini adalah pantauan program Konservasi Mangrove dan Integrated Farming System (IFS) yang merupakan icon Reklamasi dan Mine Closure IMM, termasuk menjaga Perlindungan Orangutan (*Pongo pygmaeus*) dengan revegetasi tanaman buah.



Inovasi ini mampu mengkuantifikasi perbaikan lingkungan dari kegiatan reklamasi dan revegetasi berupa keberhasilan bank biji inisiatif karyawan sebesar 29.952 biji per tahun, terkonsevasinya Mangrove seluas 5 ha, serta konservasi cabutan alam pada 28.070,00 jenis spesies lokal dan spesies fast growing. Inovasi ini memberikan perubahan sistem pada aktivitas pendataan dan monitoring keseluruhan spesies terkonsevasi yang dipantau IMM. Sebelumnya kegiatan konservasi dilakukan secara individu, saat ini telah terintegrasi pelaksanaan hingga pelaporannya.

21	PT. Arutmin Indonesia Tambang Senakin	SISTEM PELAPORAN SATWA LANGKA (SILANGKA)
	Program inovasi ini mempunyai dampak pada penambahan pelaporan jumlah satwa langka yang dilindungi sebanyak 30 Spesies pada tahun 2024. Sebelum inovasi dilakukan, informasi terkait satwa langka baik keberadaan, jumlah populasi dan ancaman terhadap satwa langka masih sangat terbatas. Hal ini menyulitkan pihak-pihak terkait untuk menetapkan kawasan konservasi dan seberapa besar sebaran satwa langka tersebut. Setelah inovasi dilakukan, banyak manfaat lingkungan yang diperoleh seperti peningkatan jumlah satwa langka yang ditemukan (lutung dahi putih dan bekantan), peningkatan kesadaran dan kepedulian masyarakat, terbentuknya LSM kelompok masyarakat pecinta, monitoring secara real time dan menjadikan program unggulan PT Arutmin Indonesia Tambang Senakin.	



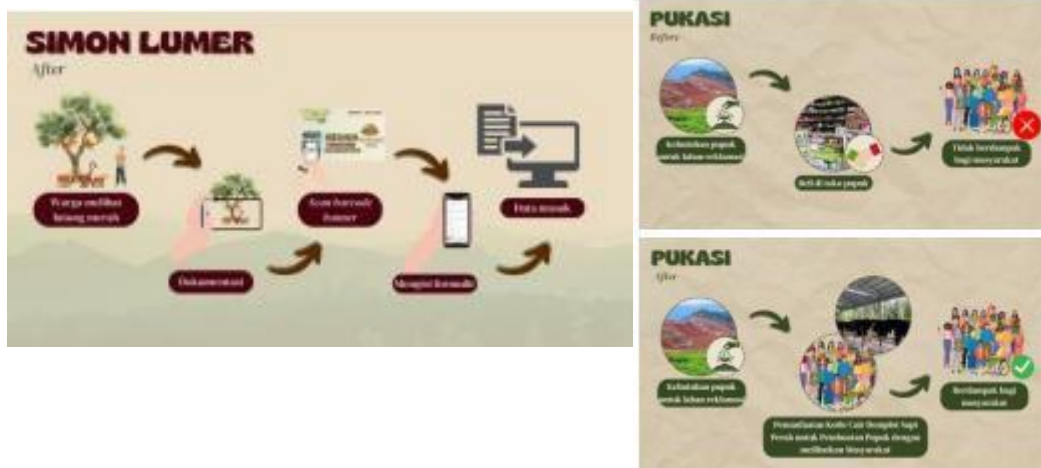
Gambar 10.2 Gambaran Inovasi

Cakupan inovasi ini merupakan Perubahan Sistem dimana kegiatan ini merupakan kombinasi sistem yang kompleks, luas secara geografis dan melibatkan banyak sekali pelaku/pihak untuk mewujudkan keberlanjutan keanekaragaman hayati. Program inovasi Sistem Pelaporan Satwa Langka (SILANGKA) mempunyai dampak pada penambahan pelaporan jumlah satwa langka yang dilindungi sebanyak 30 Spesies pada tahun 2024. Biaya yang dikeluarkan untuk program ini pada tahun 2023 sebesar Rp 70.000.000

22 PT. Arutmin Indonesia Tambang Satui

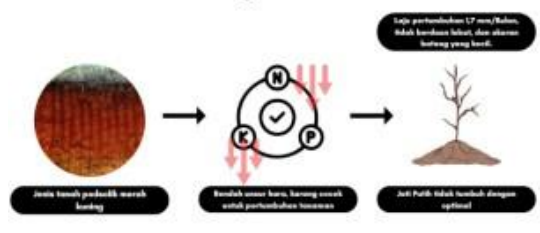
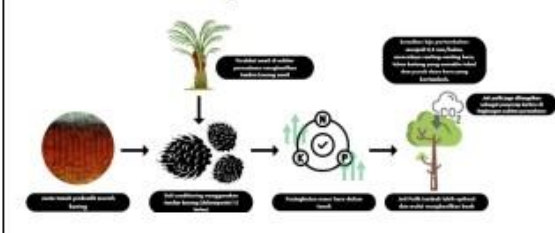
SIMON LUMER

Dalam operasional penambangannya terdapat area original yang disisakan. Pada area original yang tersisa menjadi habitat berbagai flora dan fauna endemic Satui (High Concervation Value). Dengan itu perusahaan berinisiatif untuk melakukan inovasi SIMON LUMER (Sistem Monitoring Lutung Merah). Dampak dari inovasi ini pihak Perusahaan lebih cepat dalam mengidentifikasi dan melakukan pemantauan. Sebelum adanya program ini, frekuensi pemantauan lebih sedikit dan berampak pada populasi lutung merah yang tidak terpantau secara continue. Setelah adanya program SIMON LUMER menyebabkan peningkatan populasi lutung merah yang terus meningkat tiap tahunnya menjadi 17 lutung merah.



PUKASI adalah perwujudan dari upaya pemanfaatan KoHe sapi perah dengan pemberdayaan masyarakat menuju ekonomi mandiri. PUKASI adalah perwujudan dari upaya pengolahan limbah cair kotoran hewan sapi pada peternakan Samara Farm. Limbah cair kotoran hewan sapi mengandung nutrisi penting seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) serta unsur hara mikro seperti magnesium dan kalsium. Inovasi ini memiliki pertambahan nilai dan Perubahan nilai rantai dan mengakibatkan perubahan komponen serta process improvement serta memberikan keuntungan bagi Perusahaan berupa perlindungan dan penambahan satwa yang dilindungi yaitu lutung merah (*Presbytis rubicunda*).

23	PT. Arutmin Indonesia NPLCT	“Rambai (<i>Baccaurea motleyana</i>) untuk Makan Alternatif Bekantan”
	Penanaman rambai, yang memiliki buah bergizi dan status konservasi Least Concern (LC), bertujuan untuk menyediakan sumber makanan tambahan yang mendukung kesehatan dan keberlangsungan hidup populasi bekantan di sekitar area pelabuhan. Program ini juga berkontribusi pada pelestarian keanekaragaman hayati di wilayah PT Arutmin Indonesia NPLCT, menciptakan sinergi antara kegiatan industri dan konservasi lingkungan.  The infographic is titled "Tanaman BACCAUREA MOTLEYANA UNTUK PENGAYAAN SATWA". It features a central image of a monkey eating a cluster of yellow fruits. To the left, there's a section titled "PENGAYAAN HABITAT" with a small image of a monkey. To the right, there's a section titled "SUMBER PAKAN" with a small image of a landscape. The infographic also includes a box titled "Permasalahan Awal" and another titled "INOVASI INISIANSI OLEH TIM ENVIRO PT ARUTMIN INDONESIA NPLCT, UNTUK ECO INOVASI MASUK KEDALAM SYSTEM DENGAN KLASIFIKASI SUSTAINABLE CITY".	
24	PT. Semesta Centramas	Program Magg-Bal : Konservasi Budidaya <i>Shorea laevis</i> (Bangkirai) dan <i>Artocarpus odoratissimus</i> (Tarap) dengan metode media tanam organik Larva Maggot BSF (<i>Hermetia illucens</i>)
	Lambatnya pertumbuhan tanaman tersebut disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya faktor media tanaman yang tidak subur sehingga nutrisi yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh tidak dapat dipenuhi. Maka dari itu, project inovasi Magg-bal dengan melakukan penambahan pupuk hasil pengolahan sampah organik oleh maggot BSF pada media tanam. Pengembangan inovasi ini berasal perusahaan sendiri untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman Bangkirai (<i>Shorea laevis</i>) dan Tarap (<i>Artocarpus odoratissimus</i>). Sebelum dilaksanakan inovasi program pertumbuhan tanaman tidak optimal dan cenderung lambat yang menyebabkan produksi bibit pada tahun 2023 hanya 19.704 batang/tahun.	

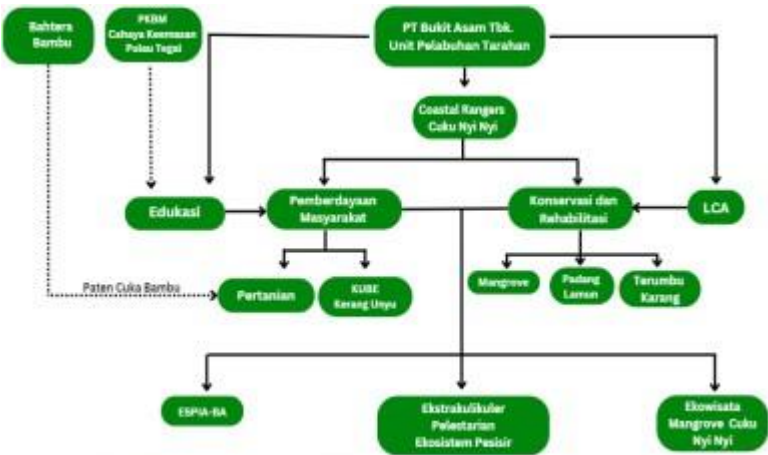
	 Program Magg-Bal : Konservasi Budidaya Shorea laevis (Bangkirai) dan Artocarpus odoratissimus (Tarap) dengan metode media tanam organik Larva Maggot BSF (<i>Hermetia illucens</i>) berdampak pada perubahan komponen dengan nilai tambah layanan produk dimana program ini membawa dampak positif bagi Perusahaan dan Lingkungan dengan meningkatkan produksi bibit dari 19.704 batang/tahun menjadi 30.015 batang/tahun serta dapat meningkatkan nilai keanekaragaman hayati flora dari 1,26 menjadi 1,41. dan adanya pemanfaatan sampah organik untuk pakan maggot secara tidak langsung dapat mengurangi besaran sampah organik yang dibuang ke TPA sebanyak 3.544 Kg/Tahun, Manfaat untuk Masyarakat yaitu masyarakat mendapatkan keuntungan dari penjualan pupuk sebesar Rp 6.024.322/tahun
26	PT Indonesia Chemical Alumina Soil Micronutrient Conditioning Dengan Penggunaan Tandan Kosong Sawit Sebagai Katalis Pertumbuhan Jati Putih (<i>Gmelina arborea</i>)
	Kegiatan produksi PT. ICA menimbulkan dampak emisi karbon yang cukup besar dan dapat memberikan dampak negatif pada kualitas udara sekitar dan penurunan kesehatan bagi para pekerja dan masyarakat di wilayah sekitar PT. ICA. Untuk mengurangi dampak negatif tersebut, PT. ICA mempunyai inisiatif untuk melakukan penanaman pohon Jati Putih (<i>Gmelina arborea</i>) yang dikenal akan kemampuannya untuk menyerap karbon di udara. Kendala yang dialami untuk pelaksanaan penanaman ini adalah kondisi tanah yang kurang optimal untuk tempat hidup Jati Putih. Jenis tanah yang mendominasi wilayah sekitar PT. ICA adalah tanah podsolik merah kuning yang dikenal dengan karakteristiknya yang memiliki lapisan tanah yang rendah unsur hara dan sering kali mengalami erosi. Sebelum adanya program, kondisi awal tanah pada lahan konservasi adalah jenis tanah podsolik dengan karakteristik rendah unsur hara, rendah kandungan organik, pH asam, memiliki struktur yang kurang baik, kemampuan menahan air yang rendah, dan sering kali mengalami erosi. Setelah adanya program, dilakukan soil micronutrient conditioning terlebih dahulu untuk meningkatkan Skema Sebelum Program  Skema Setelah Program  unsur hara tanah dengan menggunakan tandan kosong sawit. Tandan kosong akan dibiarkan terdekomposisi, lapuk dan menyatu dengan tanah akan menjadi media tanam Jati Putih dengan kandungan hara makro dan mikro yang cukup tinggi antara lain: C (42,8%), K₂O (2,9%), N (0,8%), P₂O₅ (0,22%), MgO (0,30%), Cu (23 ppm), dan Zn (51 ppm) sehingga dapat meningkatkan kualitas tanah dan pertumbuhan Jati Putih. Jati Putih yang ditanam dapat tumbuh dengan baik dan optimal serta menghasilkan buah yang nantinya akan ditanam kembali untuk meningkatkan jumlah populasi jati putih yang ada. Hal ini dibuktikan dengan kenaikan laju pertumbuhan jati putih menjadi 3,4 mm/bulan, munculnya ranting-ranting baru, lebar batang yang semakin tebal dan pucuk daun baru yang bertambah

27	PT. Mitra Stania Prima - Tambang	“SUPER POT Kayu Putih”
	Program Inovasi (Super POT Kayu Putih) Pupuk Organik Trichoderma.sp untuk Mempercepat Laju Pertumbuhan dan Meningkatkan Daya Hidup Tanaman Kayu Putih merupakan tipe inovasi Penambahan Komponen yang mana merupakan Process Improvement dalam penanaman vegetasi untuk reklamasi area tambang dengan penambahan pupuk organik berbahan aktif Trichoderma,sp yang dapat mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan daya hidup tanaman kayu putih. Sebelum inovasi, penanaman tanaman kayu putih tanpa penambahan Trichoderma menyebabkan laju pertumbuhan tanaman tersebut menjadi lambat serta daya hidup yang singkat. Penggunaan Trichoderma,sp sebagai pupuk biologis dan biofungisida pada tanaman dapat mengurangi infeksi penyakit jamur akar putih dan dapat mempercepat pertumbuhan tanaman. Metode dan dosis aplikasi cendawan ini tentunya telah disesuaikan dengan jenis tanaman.  Gambar 17 Skema Inovasi SUPER POT Kayu Putih Inovasi ini memiliki nilai tambah Perubahan Rantai Nilai yaitu dalam penanaman kayu putih di area reklamasi dalam setiap tahapan atau langkahnya akan menambah nilai atau manfaat. Penanaman tanaman kayu putih dengan penambahan pupuk organik Trichoderma,sp dapat meningkatkan vegetasi di area konservasi, penyerapan karbon (CO₂) yang efektif dengan potensi total simpanan karbon pada ranting-daun kayu putih di petak 31 mencapai 65,04 ton dan daunnya dapat dimanfaatkan sebagai minyak atsiri (Mulyana, 2020).	
28	PT Borneo Indobara - Pelabuhan (Terminal Untuk Kepentingan Sendiri)	Rehabilitasi Fungsi Lahan Tidur Masyarakat dengan Penanaman Xanthostemon Sebagai Media Pakan Klanceng
	Sebelum program, lahan tidur di Desa Angsana tidak dimanfaatkan, menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati dan stagnasi ekonomi masyarakat. Sesudah adanya program, lahan tidur di Desa Angsana berhasil direhabilitasi dengan penanaman tanaman Xanthostemon. Tanaman Xanthostemon merupakan tumbuhan berbunga yang menghasilkan nektar yang kaya akan gula (Sucrosa, Glukosa, dan Selulosa) dan memiliki kandungan vitamin, mineral dan organik material yang lain untuk keperluan pakan lebah klanceng. Lahan yang sebelumnya tidak produktif kini telah menjadi area hijau yang mendukung keanekaragaman hayati lokal, terutama melalui peningkatan populasi lebah klanceng yang memanfaatkan Xanthostemon sebagai sumber pakan.	



Inovasi ini tergolong sebagai Sub-Sistem dengan nilai tambah Rantai Nilai yang termasuk kedalam klasifikasi Teknik Rekayasa Ekologi dikarenakan program ini berfokus pada pemulihan dan peningkatan fungsi ekosistem melalui intervensi terencana, seperti penanaman *Xanthostemon* untuk mendukung kehidupan lebah klanceng, yang berperan penting dalam penyerbukan dan peningkatan keanekaragaman hayati. Pendekatan ini tidak hanya memperbaiki kondisi lahan tidur yang terdegradasi menjadi produktif, tetapi juga menciptakan solusi berkelanjutan yang memberikan manfaat ekologis jangka panjang, sesuai dengan prinsip-prinsip rekayasa ekologi yang bertujuan memulihkan dan menjaga keseimbangan ekosistem.

Pemberdayaan Masyarakat

No	Nama Perusahaan	Judul Inovasi
1	PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. - Unit Pelabuhan Tarahan	Program Coastal Rangers Cuku Nyi Nyi
	Sebelum adanya program di Desa Sidodadi, padang lamun menjadi ekosistem yang terabaikan. Namun setelah adanya program Tercipta kelembagaan PAKAR (Penjaga Padang Lamun dan Terumbu Karang) Cuku Nyi Nyi yang melanjutkan program inisiasi dari perusahaan yaitu, transplantasi padang lamun dengan metode plug dan anchor. Berdasarkan hasil penelusuran web, belum terdapat perusahaan lain yang melakukan kegiatan serupa di Provinsi Lampung, khususnya perusahaan di bidang stockpile batubara.  Gambar Skema Program Inovasi Pemberdayaan Masyarakat Program ini memiliki kontribusi terhadap perbaikan lingkungan dengan menjaga kelestarian Hutan Mangrove seluas 13,21 Ha, Padang Lamun seluas 8,99 Ha, Terumbu Karang seluas 1,03 Ha. Dalam bidang Mitigasi Gas RUMah Kaca atau Penurunan Emisi sebesar 2.457,6 TCO₂e per tahun. Dalam aspek perubahan Rantai Nilai terciptanya Forum Coastal Rangers yang terdiri dari Kelompok Usaha Bersama (KUBE) Kerang Penyu, Penjaga Padang Lamun dan Terumbu Karang (PAKAR) Cuku Nyi Nyi, Ecowisata Mangrove, Coastal Education yang terdiri dari ekstrakurikuler mangrove dan ekosistem pesisir serta English Sidodadi Pahawang Initiation Academy – Beyond Academy (ESPIA – BA).	
2	PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. - Unit Dermaga Kertapati	Program Lele Olahan Membawa Sejahtera di Sukamoro (LENTERA Sukamoro)

	Dengan hadirnya Program Lele Olahan Membawa Sejahtera di Sukamoro (LENTERA Sukamoro) tentunya mampu menjawab masalah sosial tersebut dengan terpenuhinya kebutuhan sosial yang ada di Kelurahan Sukamoro yaitu munculnya lapangan pekerjaan baru yang mampu melibatkan seluruh kelompok masyarakat, terutama pemuda yang belum mempunyai pekerjaan. Kemudian adanya pengembangan usaha ekonomi masyarakat dan pemanfaatan sumber daya manusia berbasis sosial masyarakat. Selanjutnya penguatan kelembagaan masyarakat terutama di bidang ekonomi, dan yang terakhir yaitu peningkatan kualitas sumber daya manusia lokal melalui berbagai pelatihan kompetensi dan keterampilan.  Dokumentasi Pemanfaatan Galian Lubang Bekas Batu Bata menjadi Kolam Ikan lele (1), Pembibitan Ikan Lele (2), Pembuatan Aquaponik dengan Pompa yang digerakkan oleh Solar Cell (3) Program Program Lele Olahan Membawa Sejahtera di Sukamoro (LENTERA Sukamoro) juga mampu meningkatkan kohesivitas sosial dengan munculnya saling ketergantungan atau bisa disebut sebagai simbiosis mutualisme, dimana kegiatan Budidaya Ikan Lele dan Budidaya Sayuran Aquaponic mampu menunjukkan karakteristik masyarakat yang saling ketergantungan sehingga terciptanya keharmonisan sosial akibat adanya keberjalanan program.
3	PT Aneka Tambang Tbk. - UBPE Pongkor Program Sistem Pengembangan Usaha dan Perlindungan Lingkungan Cisarua atau Sundung Cisarua

Program Sistem Pengembangan Usaha dan Perlindungan Lingkungan Cisarua atau Sundung Cisarua merupakan salah satu program Tanggung Jawab Sosial dan Lingkungan yang diimplementasikan PT ANTAM Tbk UBPE Pongkor di Kampung Parigi dan Kampung Jangkar Wetan, Desa Cisarua, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor. Program pendampingan telah dilakukan terhadap empat kelompok sasaran, yakni Kelompok Jarofarm (15 orang), Kelompok Taruna Tani (13 orang), Kelompok Warnasari Muda (11 orang), dan Kelompok Wanita Tani (KWT) Kemala (7 orang). Inovasi ini menggabungkan aspek pertanian dan peternakan dalam satu sistem yang saling mendukung. Tidak hanya berfokus pada peningkatan produktivitas, program ini berkontribusi terhadap perbaikan lingkungan dalam hal penyediaan bank pakan ternak berkelanjutan, pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan domba dan pembuatan silase untuk pengelolaan pakan ternak yang ramah lingkungan.

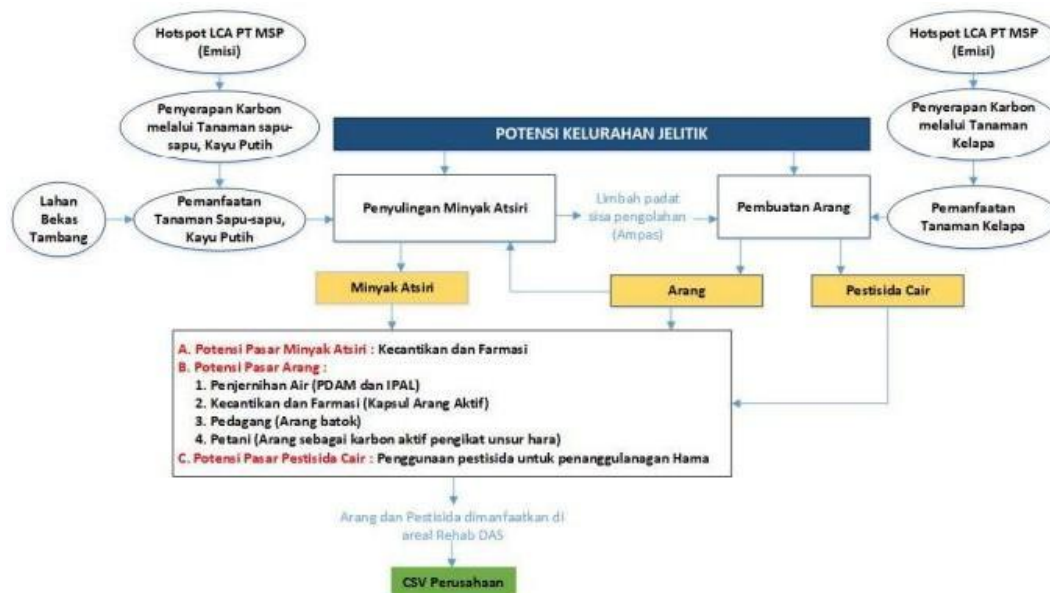


Gambar 17. Sketsa Program Inovasi Bidang Pemberdayaan Masyarakat

Program Sundung Cisarua mampu mendorong perubahan perilaku pada level masyarakat, yang awalnya mayoritas anggota kelompok terlibat dalam aktivitas Penambang Emas Tanpa Izin (PETI), kini mampu kembali menjadi petani dan peternak yang sadar akan pentingnya pengelolaan limbah, pemanfaatan sumber daya secara efisien dan aktif berpartisipasi dalam upaya perlindungan lingkungan.

4	PT. Mitra Stania Prima	“Greenchar and Sustainable Essence Oil from Bangka Island”
---	-------------------------------	---

Keunikan Greenchar and Sustainable Essence Oil from Bangka Island yang utama adalah integrasi berbagai kegiatan terkait upaya untuk peningkatan kualitas lingkungan. Bentuk upaya kegiatan tersebut terdiri dari penanaman pohon kelapa dan budidaya tanaman sapu-sapu untuk menyerap karbon di Kelurahan Jelitik, proses produksi pembuatan arang tanpa asap saat pembakarannya dengan menjadikan asap cair yang dapat digunakan untuk pestisida dan menghasilkan produk arang yang dibakar tanpa menghasilkan asap, proses produksi minyak atsiri dengan sirkulasi tertutup untuk menghemat penggunaan air, dan penggunaan arang sebagai biomass proses produksi penyulingan minyak atsiri. Penggunaan arang tanpa asap di berbagai aspek selain mengurangi emisi karbon juga memanfaatkan limbah kelapa untuk menuju zero waste.



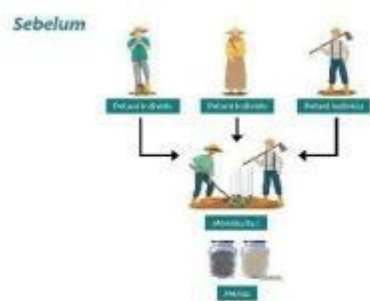
Gambar 21 Skema Inovasi Pemberdayaan Masyarakat

Program Greenchar and Sustainable Essence Oil from Bangka Island merupakan inovasi perubahan sistem pada perubahan yang berkelanjutan (sustainable mobility) yang bersifat transformatif karena berhasil membawa perubahan di semua sektor dengan mendorong perubahan profesi masyarakat yaitu mulai beralihnya anggota kelompok sasaran yang berprofesi tidak tetap ke arah kegiatan agrobisnis dengan pertanian berkelanjutan dan mengembangkan UMKM arang dan minyak atsiri dari produk hasil pertanian yang memberikan nilai tambah rantai nilai yaitu perubahan dari semua aspek dimulai dari inovasi produk yang beragam, market pasar yang meluas melalui kerjasama dengan kelompok lain dan CSV Perusahaan, selain itu pemanfaatan limbah dari setiap kelompok yang terintegrasi sangat mendukung zero waste.

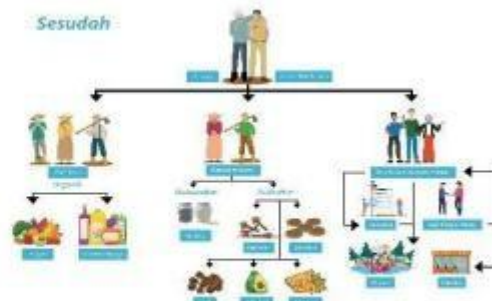
5 PT. Vale Indonesia, Tbk.

Matano Iniaku

Program Matano Iniaku mampu melakukan perubahan di level sistem yang pada awal mulanya hanya sekedar kegiatan pertanian dengan teknik monokultur berubah menjadi polikultur (agroforestri), pengelolaan wisata yang tidak terlembaga dengan baik, berubah menjadi kegiatan pengelola wisata yang di kelola secara kolektif melalui kelembagaan (Kelompok) lokal. Dalam melaksanakan Program Matano Iniaku, Kelompok bersinergi dengan Bumdes untuk membantu dalam hal pengelolaan wisata. Perubahan sistem tersebut berdampak positif pada lahirnya siklus kebermanfaatan (value chain) di keseluruhan aktivitas masyarakat. Pelaksanaan Inovasi Pemberdayaan Masyarakat Matano Iniaku dilakukan di Desa Matano Kecamatan Nuha Kabupaten Luwu Timur dengan melibatkan masyarakat termasuk kelompok rentan. Hal tersebut dikarenakan Desa Matano merupakan daerah yang paling terdampak akibat perubahan tata guna lahan oleh aktivitas masyarakat. yang pekerjaan utamanya adalah berkebun dengan cara membuka lahan.



ur 17. Ilustrasi Sebelum Implementasi Program Matano Iniaku

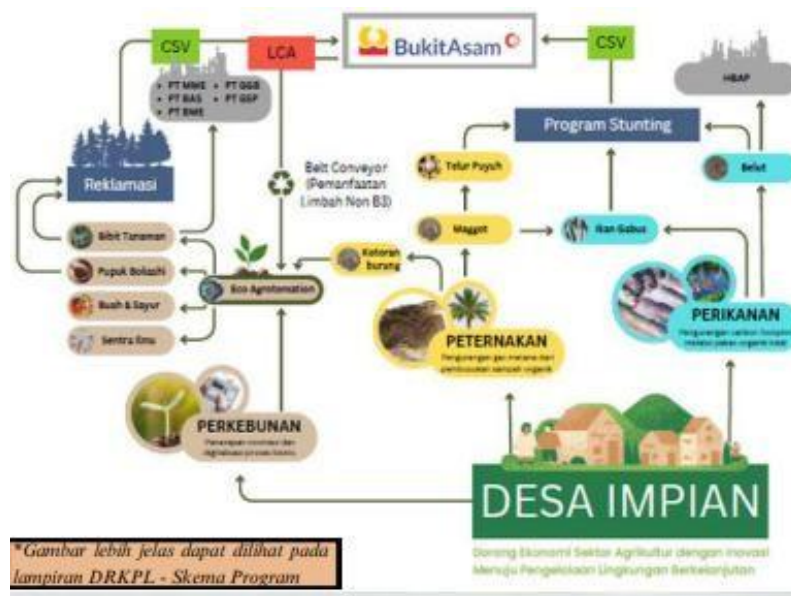


Gambar 18. Ilustrasi Sesudah Implementasi Program Matano Iniaku

Selain peningkatan kapasitas, Program juga membantu anggota pengelola wisata Matano Inaku untuk memenuhi kebutuhan ekonomi. Melalui Program ini, setidaknya setiap satu anggota Kelompok Matano Iniaku bisa memiliki pendapatan sekitar Rp. 1.600.000 dalam satu bulan. Program memberikan perubahan di level sistemik karena mendorong perubahan menyuluh dalam aktifitas masyarakat. Selain ini juga memiliki nilai tambah berupa rantai nilai karena berhasil memberdayakan masyarakat melalui perubahan prilaku masyarakat dalam berkebun, dari sistem monokultur menuju polikultur (agroforestri) serta pertanian organik dan menambah alternatif mata pencaharian melalui pengembangan sektor pariwisata, yang bertujuan untuk mengurangi ketergantungan masyarakat pada satu jenis pekerjaan sebagai pekebun.

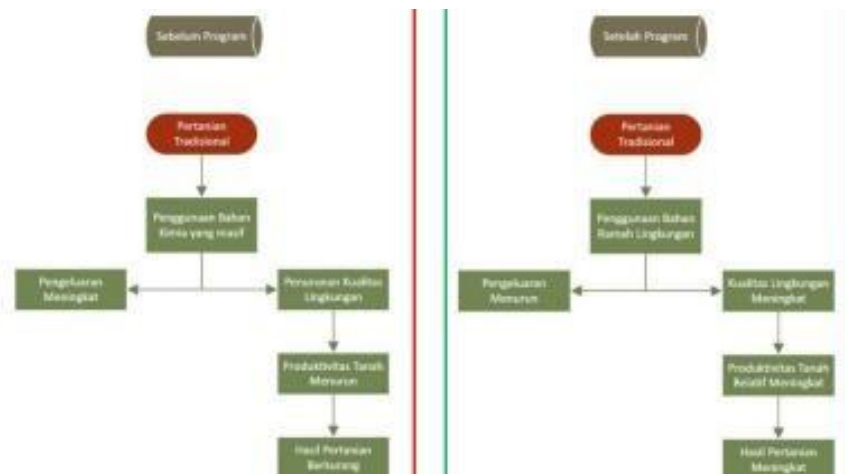
6	PT Bukit Asam (Persero) Tbk - Unit Pertambangan Tanjung Enim	DESA IMPIAN (Dorong Ekonomi Sektor Agrikultur dengan Inovasi Menuju Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan)
---	---	--

Program Desa Impian mampu menyelesaikan permasalahan sosial yaitu kerentanan pekerja PETI dan masyarakat pra sejahtera. Pekerja PETI rentan terhadap keselamatan diri karena praktik PETI tidak memperhatikan ketentuan keselamatan pertambangan yang baik. Seringkali praktik PETI menimbulkan korban jiwa dengan kejadian longsornya tambang bawah tanah. Sementara itu, masyarakat pra sejahtera memiliki keterbatasan akses terhadap kegiatan/sumber ekonomi sehingga melalui program ini mereka dapat mengakses kegiatan/sumber ekonomi.



Program Desa Impian menciptakan nilai bersama (CSV) dari bibit tanaman yang dihasilkan untuk menyuplai kebutuhan reklamasi dalam pengelolaan lahan pasca tambang PTBA yang merupakan salah satu core business Perusahaan. Program ini juga telah memenuhi Core Competency PTBA dengan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap keunggulan produk, meningkatkan daya saing produk, serta menyediakan akses potensial ke berbagai pangsa pasar. Hal ini dilakukan melalui transfer pengetahuan dan kompetensi mengenai Budidaya Tanaman Ramah Lingkungan, Pengembangan Kinerja Bisnis dalam skala UMK, Financial Management for a Profitable, purposeful, & powerfull business.

6	PT. Hengjaya Mineralindo	“Metana Bumi (Menanam Tanpa Merusak Bumi)”
Metana Bumi atau dikenal dengan Menanam Tanpa Merusak Bumi merupakan program unggulan sosial lingkungan perusahaan sejak tahun 2023 yang berfokus pada perubahan sistem pertanian lama menjadi sistem pertanian baru yang ramah lingkungan secara inklusif. Artinya, program ini berupaya untuk menghasilkan dan memaksimalkan sumber daya alam di Morowali dengan tidak mengurangi eksistensi makhluk hidup (biotik) dan sumber daya lainnya (abiotik) melalui strategi mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Selain itu, Metana Bumi juga telah mendorong adanya pengaplikasian pratik pertanian yang lebih efisien dan lebih efektif dibanding dengan praktik existing selama ini, yakni (1) Penggunaan pupuk organik padat yang berasal dari limbah gergaji kayu yang dikombinasikan dengan kotoran hewan (kohe) sapi dan ayam sebagai pelengkap pupuk sejak 2024.		

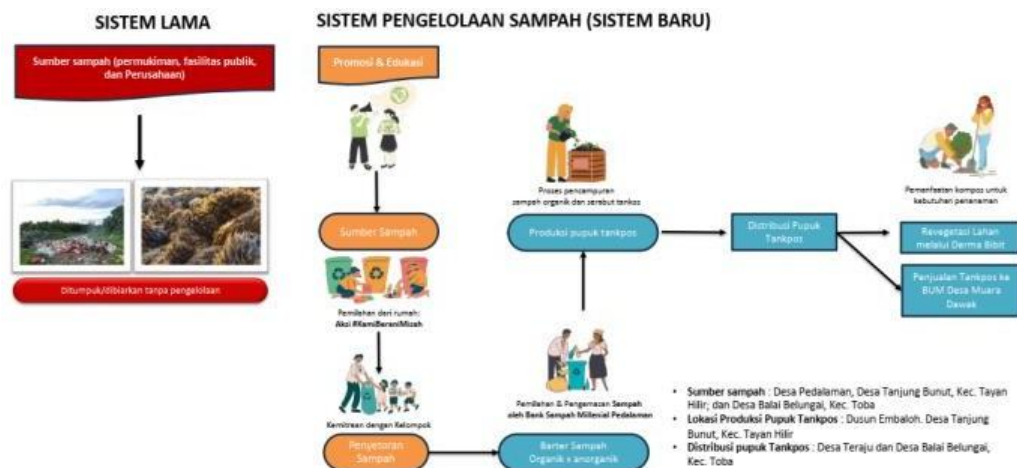


Keunikan dari kompos organik ini juga terletak pada komposisi penggunaan promi yang merupakan formula mikroba unggul yang mengandung mikroba pemacu pertumbuhan tanaman, pelarut hara terikat tanah, pengendali penyakit tanaman, dan dapat menguraikan limbah organik secara cepat karena mengandung *Trichoderma harzianum* DT 38T, *pseudokoningii* DT 39, *Aspergillus* sp; (2) Penggunaan water sprinkler dan bendungan air sebagai service management practices yang mengacu pada the provision of infrastructure of water dalam pendistribusian air di area pertanian dan penyediaan pasokan air pendukung melalui bendungan itu sendiri; dan (3) Penggunaan yellow bottle trap sebagai perangkap pasif dan teknik pencuplikan serangga dalam pengendalian hama sejak 2023

7 PT. Aneka Tambang (Persero), Tbk. - UBP Bauksit Tayan

TANKPOS: Pengembangan Sistem Pemanfaatan Sampah dari Sampah Tankos dan Sampah Organik Menjadi Pupuk Tankpos guna Menunjang Perbaikan Kualitas Tanah dan Pertumbuhan Tanaman

Tankos merupakan salah satu produk akhir dari proses pengolahan kelapa sawit setelah diekstrak minyaknya. Dengan jumlah luasan kebun sawit yang besar, maka jumlah tankos yang dihasilkan juga besar dan tidak ada pemanfaatan. Selain itu, masalah yang juga dihadapi masyarakat setempat adalah pengelolaan sampah secara umum pun belum terkelola dan belum dilakukan secara optimal di wilayah Kecamatan Tayan Hilir dan sekitarnya. Inovasi yang dilakukan ANTAM bersama Kelompok Tani Mamalam adalah mengolah tankos menjadi serabut/serat tankos yang kemudian dicampur dengan sampah organik sehingga menghasilkan produk pupuk baru yang diberi nama TANKPOS.



Gambar 24. Skema Program Inovasi Pemberdayaan Masyarakat

	Program ini mampu melakukan perubahan sistem karena melibatkan lintas kelompok dalam rantai distribusi pupuk Tankpos. Dengan melakukan pemanfaatan sampah menjadi pupuk Tankpos, terjadi perubahan sistem pemanfaatan sampah yang semula hanya dibiarkan tanpa pengelolaan, kemudian mampu menciptakan sistem pengelolaan sampah yang sistematis. Inovasi ini melibatkan Bank Sampah Millenial dari Desa Pedalaman, Kec. Tayan Hilir untuk memilah sampah organik dan anorganik dari TPS Pedalaman untuk dikirim ke Kelompok Tani Mamalam agar diolah menjadi pupuk kompos. Sementara kelompok tani Mamalam melakukan pencacahan tankos dan melakukan proses pengomposan sampah organik di Kebun Mamalam. Hasil pupuk Tankpos yang sudah diproduksi kemudian didistribusikan kepada Kelompok Tani Mamalam untuk menunjang kegiatan reklamasi dan revegetasi, serta digunakan untuk kebutuhan pupuk tanaman pakan lebah pada program Beebo.	
8	PT. Arutmin Indonesia NPLCT	“Rambai (<i>Baccaurea motleyana</i>) untuk Makan Alternatif Bekantan”
Meningkatnya permintaan pasar terhadap kain sasirangan sehingga menggerakkan PT Arutmin Indonesia NPLCT untuk melebarkan binaan di 5 desa, yaitu Desa Semayap, Sarang Tiung, Gedambaan, Gunung Sari, Semayap dan Sebelimbing dengan total 6 kelompok sebanyak 69 orang hingga tahun 2024. Adapun hal yang menjadi kendala dalam proses produksi sasirangan yaitu penangan terhadap pengolahan limbah cair hasil pewarnaan kain sasirangan. Pada tahun 2021 PT Arutmin Indonesia NPLCT melaksanakan kegiatan pelatihan Pengolahan Limbah Produksi Sasirangan dengan metode elektrolisis sebagai penghasil air bersih yang		
 The infographic illustrates a sustainable dyeing process for 'SASIRANGAN' (a traditional textile). It begins with 'Permasalahan Awal' (Initial Problem), stating that wastewater from dyeing is often released into the environment without treatment, causing pollution. The 'PROSES PEWARNAAN' (Dyeing Process) involves using natural dyes and mordants. The 'PEMBUATAN POLA' (Pattern Making) stage shows a person working on a textile. The 'FINISHING' stage shows a person washing the textile. A circular arrow indicates that 'Air limbah digunakan kembali untuk pembuatan kain sasirangan' (Wastewater is reused for textile production). The infographic also mentions 'KOMUNITAS PENGOLAHAN LIMBAH PRODUKSI SASIRANGAN' (Community for Sasirangan Production Waste Processing) and 'PT ARUTMIN INDONESIA, YANG BERTUTUAS MENGHEMAT ENERGI DENGAN ECO-INDUSTRY SASIRANGAN DALAM SUB SISTEM NILAI CHAIN OPTIMIZATION'.		
Program ini memiliki unsur kebaruan karena belum diimplementasikan pada sektor industri pertambangan dan pengembangannya berasal dari perusahaan sendiri belum terdaftar Kegiatan ini telah diverifikasi oleh pihak ketiga dari Universitas Lambung Mangkurat dan dipublikasikan melalui buku dengan ISBN 978-623-7533-99-3 (EPUB).		