KEMENTERIAN
LINGKUNGAN HIDUP
DAN KEHUTANAN

PROPER



BEST PRACTICE

SEKTOR

INDUSTRI PERTAMBANGAN

PROPER 2021-2022

DIREKTORAT JENDERAL
PENGENDALIAN PENCEMARAN DAN KERUSAKAN LINGKUNGAN
2023



TIM PENYUSUN

Sigit Reliantoro
M. Denny T. Silaban
Bekti B. Rahayu
Suwanda
Rion Evrian A.
Dwi Nurhidayati
Azafian Rafael
Malik Berlianto

DAFTAR ISI

PENDAHULUAN
Industri Pertambangan dan Keberlanjutan Lingkungan — 04

A. EFISIENSI ENERGI
Inovasi Penghematan Penggunaan Energi — 05

B. PENURUNAN EMISI
Inovasi Lingkungan dalam Menurunkan Emisi — 12

C. EFISIENSI AIR DAN PENURUNAN BEBAN PENCEMARAN AIR
Pengelolaan Air Limbah dan Penghematan Konsumsi Air — 15

D. 3R LIMBAH B3
Inovasi Pembasmian Gulma dan Hama Ramah Lingkungan — 20

E. 3R LIMBAH NON B3
Pemanfaatan Limbah Non B3 dan Limbah Padat — 25

DAFTAR PUSTAKA — 29



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa yang atas rahmat dan ridho-Nya penyusunan buku Best Practice Inovasi Pengelolaan Lingkungan Hidup Tahun 2022 telah selesai.

Buku ini diharapkan dapat menjadi panduan, rujukan atau referensi bagi peserta Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup (PROPER) dalam menetapkan upaya-upaya inovasi yang dilakukan perusahaan agar mengutamakan unsur kebaharuan, penurunan biaya atau penghematan (secara kuantitatif), dan perbaikan lingkungan. Buku ini berisi upaya-upaya inovasi pengelolaan lingkungan yang dilakukan oleh perusahaan berperingkat Hijtau dan Emas pada penilaian periode 2021-2022.

Panduan ini juga akan menjadi pedoman bagi implementasi penilaian inovasi sektor Pertambangan.

Terima kasih saya sampaikan kepada Tim Penyusun dan semua pihak yang telah berperan dalam penyusunan pedoman ini. Besar harapan kami, buku ini dapat memberikan manfaat bagi perusahaan. Apabila terdapat kekurangan dalam penyusunan panduan ini, kami akan senantiasa terbuka untuk menerima saran dan masukan yang akan terus menyempurnakan buku ini.



Sigit Reliantoro

Direktur Jenderal

Pengendalian Pencemaran

dan Kerusakan Lingkungan

A. EFISIENSI ENERGI

A.1. PT Aneka Tambang (Persero) Tbk. - Unit Bisnis Pertambangan Emas Pongkor

Penggunaan Naoh Untuk Proses Modifikasi Scrubber Sehingga Menurunkan Utilisasi Pompa Scrubber

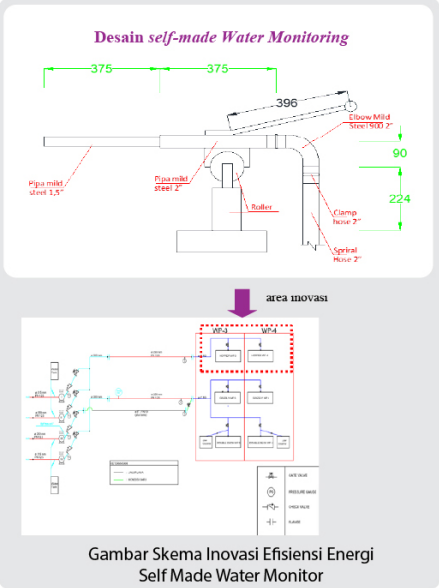
Proses analisa sampel baik sampel batuan dari Grade Control Dept, maupun carbon dan slury dari Proses plant untuk di analisa Au dan Ag semuanya dilakukan di lemari asam pada saat proses Aquaregia, banyaknya sampel yang dianalisa dimana pada tahun 2021 yang diaquaregia sebanyak 46.842 sampel, yang mengakibatkan uap dari proses aguaregia tersebut sangat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan, dan mengakibatkan korosif pada alat scrubber terutama pada 2 unit pompa air sirkulasi pada alat scrubber mengalami kerusakan. Maka UBPE Pongkor melakukan perbaikan pada alat tersebut dengan menggunakan metoda PDCA

Deskripsi	Notasi	Pompa Scrubber	Satuan
Daya Motor	A	0.26	kW
Jam Operasi Sebelum	B	240	Jam/bln
Jam Operasi Sesudah	C	0	Jam/bln
Tarif Dasar Listrik	D	1036	IDR/kWh
Jumlah Unit	E	2	unit
Penghematan		**129.265**	**IDR/bulan**
Hasil Absolut		**5.4**	**GJ/tahun**
Dampak Terhadap Lingkungan		**1.33**	**tCO2/tahun**

Tabel Penghematan dari Inovasi

A.2. PT Aneka Tambang (Persero), Tbk. - UBP Bauksit Tayan

Self Made Water Monitor



Gambar Skema Inovasi Efisiensi Energi Self Made Water Monitor

Program optimalisasi modifikasi pipa supply dengan merancang desain water monitor pada unit washing crude bauxite adalah program inovasi efisiensi energi yang dilakukan PT ANTAM Tbk UBPB Kalbar bertujuan untuk menurunkan loss produksi 140 ton/jam ton WBX akibat aktivitas maintenance. Sebelum program ini dilakukan, sering terjadi kerusakan handle, nipple grease dan nozle spray yang bisa berakibat pada kebocoran akibat material water monitor yang tidak sesuai sesuai spesifikasi kebutuhan.

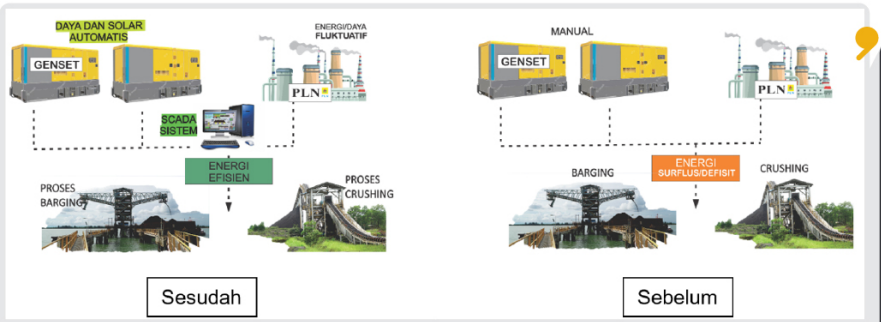
Capaian Program: Efisiensi energi (2018-2022): 66.213,6 GJ

Penghematan biaya: Rp1.949.770.736,40

A.3. PT Arutmin Indonesia Tambang Kintap

Supervisory Control and Data Acquisition untuk Automatic Sinkron Generator dengan PLN

Sumber energi dari generator difungsikan sebagai support kebutuhan daya dari PLN. Pembakaran pada generator diatur secara manual yang menghasilkan jumlah energi konstan sehingga ketika daya dari PLN berfluktuatif maka energi dari generator dapat terjadi surplus dan deficit energi. Program Supervisory Control and Data Acquisition untuk Automatic Sinkron Generator dengan PLN dengan mengubah sub sitem operasional generator menjadi otomatis membuat penggunaan energi dapat efisien dan menyesuaikan fluktuasi daya dari PLN.



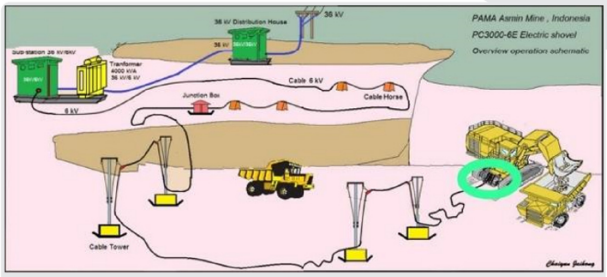
Gambar Perbandingan Sebelum dan Sesudah Penerapan Inovasi

Inovasi ini memberikan dampak lingkungan yang positif karena mampu mengurangi pemakaian energi mencapai 5.899,72 Gj dan menghemat anggaran sebesar Rp. 1.683.485.808 pada tahun 2022.

A.4. PT Asmin Bara Bronang

Drum Cable Big Digger PC3000

Dalam pekerjaan Loading Batuan Penutup Batubara (Overburden) PT Asmin Bara Bronang menggunakan unit Big Digger Excavator. Excavator terbesar yang digunakan adal Excavator PC3000 dengan bahan Penggerak menggunakan Listrik. Sebelum adanya program, penggunaan listrik yang disalurkan menggunakan cable untuk mengoperasikan unit Excavator PC3000 tidak digulung dan diperpanjang secara otomatis, melainkan menggunakan swicth gear dan cable reeler, sehingga seiring bertambahnya jarak tempuh unit maka time operasional dalam mobilisasi unit akan bertambah juga yang menyebabkan energi yang digunakan bertambah.



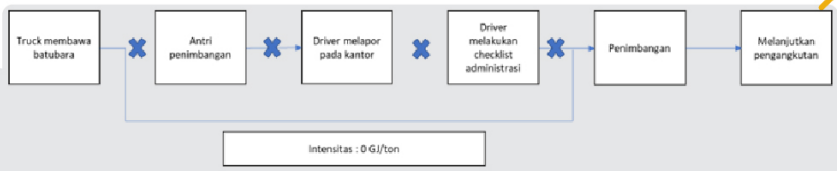
Gambar lustrasi proses loading tanpa cabble Drum (Setelah Program)

Dengan pemasangan cable drump pada Big Digger electric Excavator PC3000 maka akan mengurangi pemakaian energi dimana energi yang digunakan berasal dari energi listrik, sehingga program ini akan mengurangi eksploitasi sumber daya alam, Efisiensi energi yang dihasilkan sebesar 1.559,8 GJ pada tahun 2021 yang setara dengan penghematan Rp 675.111.930

A.5. PT Borneo Indobara

Weight in Motion DT Automatic System

PT Borneo Indobara melakukan pengangkutan batubara dari ROM menuju Port untuk selanjutnya dilakukan pemrosesan pada batubara. Timbul permasalahan yang terjadi saat proses pengangkutan dimana Dump Truck perlu melakukan penimbangan guna pendataan jumlah tonase batubara yang diangkut untuk setiap truknya sehingga terjadi antrian yang mengakibatkan waktu terbuang dan pemakaian bahan bakar yang tidak efektif sebesar 766.718 liter. Dengan adanya permasalahan tersebut, PT Borneo Indobara menggunakan teknologi baru dimana Dump Truck tidak perlu berhenti untuk proses penimbangan.



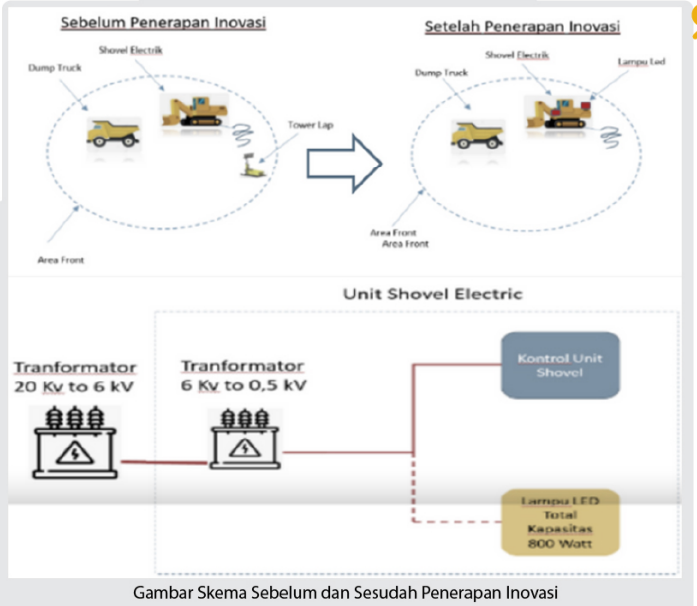
Gambar Skema Program Inovasi

Value creation dari adanya program ini yaitu dapat menghasilkan efisiensi energi pada tahun 2022 sebesar 26.611,06 GJ dan menghasilkan penghematan biaya pada tahun 2022 sebesar Rp 6.300.167.818.

A.6. PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Unit Pertambangan Tanjung Enim

Utilisasi Step Down Transformator Shovel Electric untuk Menerangi Loading Area

Tujuan inovasi ini adalah mengoptimalkan Transformator pada unit Shovel Electric yang hanya digunakan sebesar +- 40% untuk kebutuhan control unit sehingga terkonversi dengan maksimal (Proses Improvement).

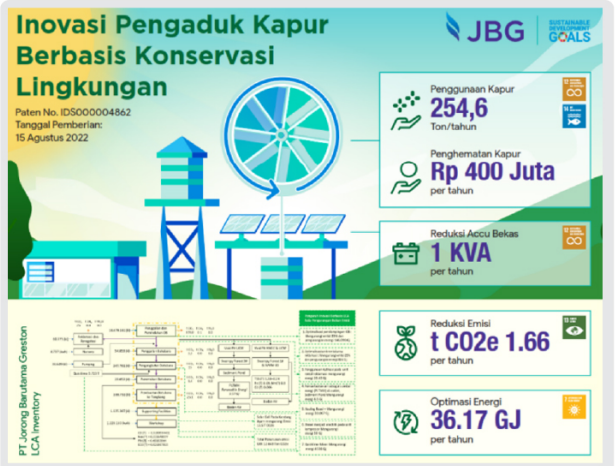


Gambar Skema Sebelum dan Sesudah Penerapan Inovasi

Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa penurunan energi pada tahun 2021 sebesar 518,6 GJ per tahun yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 100.540.479,91. Nilai tambah dari program inovasi ini adalah berupa perubahan layanan produk dan keuntungan yang diperoleh sebagai Produsen / Perusahaan yaitu pengurangan penggunaan BBM sebesar 13.405,4 liter atau penghematan biaya sebesar Rp 100.540.479,91 pada tahun 2021

A.7. PT Jorong Barutama Greston

Sistem Pencampuran Kapur Bertenaga Surya untuk Pengolahan Air Asam Tambang



Gambar Skema Program Inovasi Efisiensi Energi

Inovasi ini memberikan kontribusi pada perbaikan lingkungan berupa hasil absolut efisiensi energi sebesar 489 GJ

Penambangan batubara secara terbuka dengan metode back fill dapat meninggalkan lahan bekas penambangan berupa lubang bekas tambang (void) yang biasanya dilakukan pengelolaan air asam tambang (AAT). AAT dilakukan agar air limpasan ke perairan umum sesuai baku mutu, dan tidak mencemari lingkungan dan sekitarnya. Penggunaan kapur sebagai basa penetral AAT umum digunakan, dimana sebelumnya perlu dilarutkan terlebih dahulu. Dimana awalnya JBG menggunakan tenaga manusia yang memerlukan biaya rutin. Untuk itu timbul ide dalam mengoptimalkan tenaga mekanis dengan kombinasi pemanfaatan energi surya yang cukup melimpah di Indonesia.

A.8. PT Kaltim Prima Coal

Utilisasi Kelebihan Horse Power Truck HD785-7 untuk meningkatan Effisiensi Bahan Bakar pada pengangkutan batubara

KPC berinisatif untuk memaksimalkan kapasitas horse power truk Kom HD785-7 dengan membuat inovasi peningkatan kapasitas muatan sekitar 10% dari sebelumnya (100 m3 menjadi 110 m3). Adapun indikator keberhasilan diukur dari penurunan Fuel Ratio (FR) dengan satuan liter/hour/ton. Data FR sebelum pada Januari 2019 – Juni 2020 untuk total 38 unit HD785-7 adalah 0,65 liter/hour/ton. Dan ditetapkan target adalah penurunan FR sekitar 0,63 liter/hour/ton atau setara dengan penurunan biaya operasional sebesar 5-8% terhadap biaya operasional sebelum inovasi dilakukan.

Uraian	CAT 777E	Komatsu HD785-7
Gross Power Engine	1.016 HP	1.200 HP
Gross Vehicle Weight (GVW)	163.360	163.780
Muatan (Standard)	100 Ton	100 Ton
Indeks Power*	0,006	0,007

*Tabel 1 *Indeks Power didapatkan dari Gross Power dibagi dengan GVW*

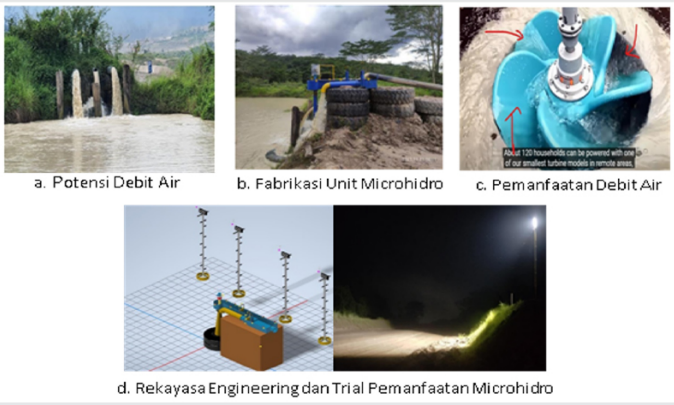
Berhasil melakukan efisiensi energi sebesar 2.076.753,69 GJ yang setara dengan penghematan Rp 557.994.782.711,06

A.9. PT Kideco Jaya Agung

Penerapan Teknologi Pembangkit Listrik Microhidro

Kegiatan pertambangan batubara dalam kegiatan operasinya tidak terlepas dari penggunaan energi. Penggunaan energi yang besar khususnya pada kegiatan di area PIT tambang meliputi kegiatan OB Removal, coal getting, dan manajemen pengelolaan air sump. Pengelolaan air sump di area PIT tambang merupakan bagian tidak terpisahkan dalam sistem tambang terbuka. Sump berfungsi sebagai penampung segala jenis air yang masuk kedalam PIT tambang terbuka yang nantinya akan dilakukan pengelolaan di area settling pond. Penggunaan energi pada pengelolaan air sump masih bersifat konvensional, dimana air sump di pompa menuju area settling pond untuk dilakukan pengelolaan untuk memenuhi baku mutu lingkungan yang ditetapkan.

Dengan pelaksanaan program inovasi ini, pada tahun 2022 mampu menggantikan penggunaan solar sebesar 2.268-liter atau setara efisiensi energi sebesar 86,35 Gjoule dan menghemat biaya operasional sebesar Rp. 34.020.000.



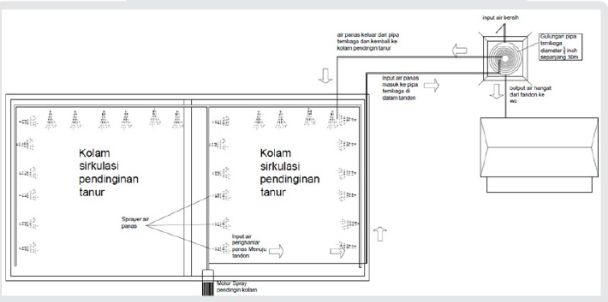
a. Potensi Debit Air b. Fabrikasi Unit Microhidro c. Pemanfaatan Debit Air

d. Rekayasa Engineering dan Trial Pemanfaatan Microhidro

Gambar Operasional Pemanfaatan Debit Air sebagai Pembangkit Listrik untuk Penerangan

A.10. PT Refined Bangka Tin

Air Panas Bebas Energi Listrik (APA BENER LISTRIK)



Gambar Skema Sesudah Program Inovasi Efisiensi Energi

Praktek umum di industry smelter timah untuk penyediaan air panas kegiatan domestik adalah menggunakan pemanas listrik. Selain itu, proses pendinginan air tanur adalah menggunakan pompa sirkulasi ke water pond. Proses pendingan air tanur dan kebutuhan air panas untuk kegiatan domestic tersebut menggunakan energi dan biaya. Mempertimbangkan peluang tersebut, maka PT. RBT melakukan inovasi Air Panas Bebas Energi Listrik (APA BENER LISTRIK).

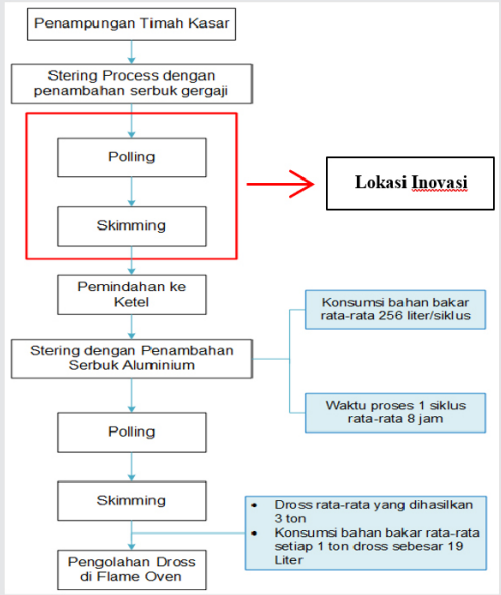
Efisiensi energi dari inovasi APA BENER LISTRIK adalah sebesar 75,57 GJ dan Penghematan biaya sebesar Rp 36.275.648 pada tahun 2022.

A.11. PT Timah Tbk Wilayah Operasi Kepri dan Riau - Unit Metalurgi Kundur

Pengendalian Fe dengan Double Polling & Skimming untuk Mempercepat Proses Pemurnian

Pada proses pemurnian logam timah, terdapat beberapa metode yang bisa digunakan salah satunya adalah Pyro Refining. Pada proses Pyro Refining, unsur Fe yang tinggi menyebabkan proses pemurnian timah kasar lebih lama, kebutuhan bahan bakar lebih besar dan banyak dross yang terbentuk. Sebab itu, diperlukan upaya pengendalian unsur Fe untuk efisiensi proses dan energi.

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa efisiensi energi pada tahun 2021 sebesar 399,84 GJ serta penurunan biaya atau penghematan sebesar Rp. 110.817.655.

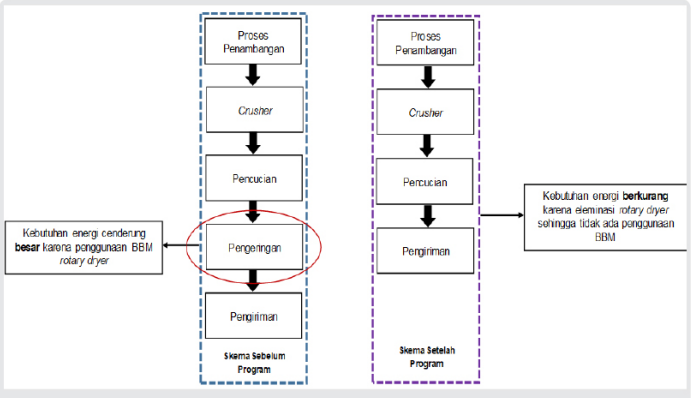


Gambar Skema Inovasi Program Efisiensi Energi

A.12. PT Timah, Tbk. -UPTP Batu Besi

ELEMINASI ROTARY DRYER

Bijih timah merupakan hasil produk PT TIMAH Tbk UPTP Batu Besi yang selanjutnya akan diolah dengan peleburan di PT TIMAH Tbk Unit Metalurgi Muntok. Pengiriman bijih timah selama ini dilakukan dalam kondisi kering dengan menggunakan alat rotary dryer. Hal ini dianggap tidak efisien karena bijih timah kembali dicuci dan dikeringkan di PT TIMAH Tbk Unit Metalurgi Muntok untuk mencapai kadar Sn yang tinggi. Oleh karena itu, perusahaan melakukan inovasi perubahan komponen melalui pengiriman bijih timah dari kondisi kering menjadi konsentrat basah setelah proses pencucian dengan menghilangkan proses pengeringan di alat rotary dryer.



Gambar Skema Inovasi Program Efisiensi Energi

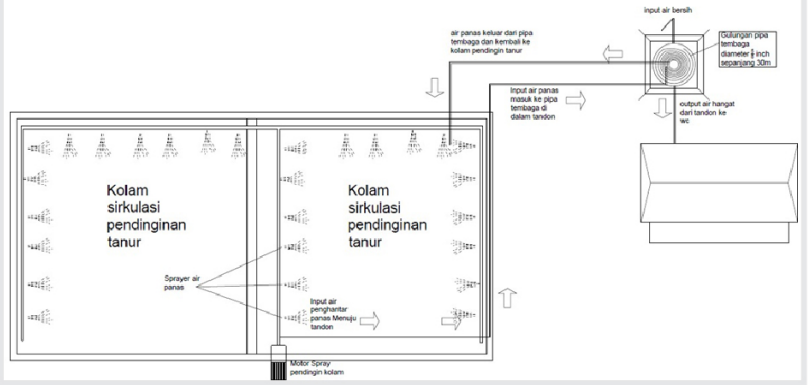
Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa efisiensi energi pada tahun 2022 sebesar 165,41 GJ serta penghematan biaya sebesar Rp 44.110.464,00.

A.13. PT Vale Indonesia, Tbk.

Automatic Oil Lance Feeding Controller (OTO-ONCE FEEDER)

Inovasi ini merupakan sistem automatisasi untuk mengatur feeding Marine Fuel Oil (MFO) sebagai bahan bakar di Reduction Kiln. Pada mulanya, penambahan MFO dilakukan secara manual oleh Control Room Operator (CRO), yang mana dalam 1 hari terdapat 3 shift CRO yang memiliki cara yang berbeda dalam melakukan penambahan dan/atau pengurangan MFO di Reduction Kiln. Sehingga, konsumsi MFO per satuan ton calcine di unit Reduction Kiln menjadi berlebih.

Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa pengurangan intensitas konsumsi MFO dari 57,8 kg MFO/ton Calcine ke 56,8 kg/ton Calcine, sehingga efisiensi energi pada tahun 2021 dan 2022 sebesar 5.373.181,92 GJ yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 13.546.793.400.

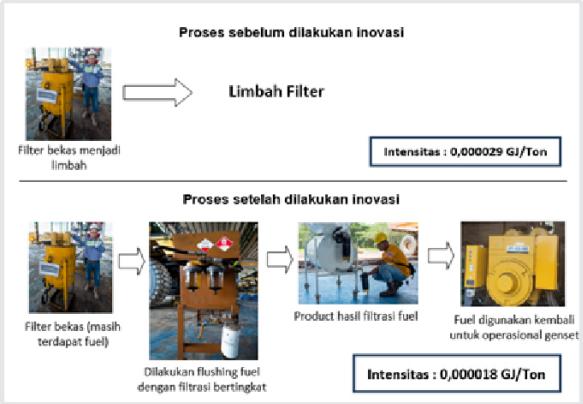


Gambar Implementasi Program Oto one Feeder

B. PENURUNAN EMISI

B.1. PT Berau Coal - Site Lati

Penggunaan Centrifugal Pump Bertenaga Surya dalam Pengolahan Air Limbah Tambang WMP 14 LT

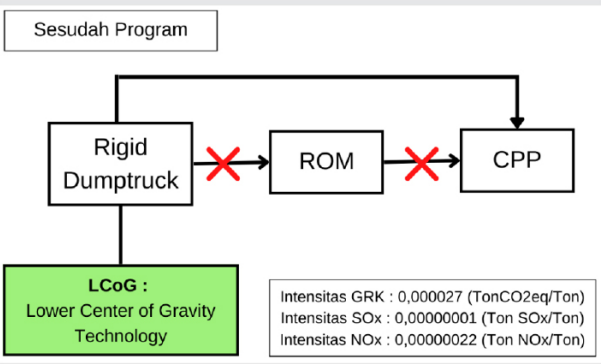


dilakukan dengan pemasangan supply energi pada operasional pengolahan Air Limbah tambang WMP 14 LT yang telah berbasis automasi. Pengolahaan air limbah ini melakukan kegiatan dengan penggunaan centrifugal pump bertenaga surya selama 24 jam tanpa henti. Kondisi sebelum metode centrifugal pump support treatment air limbah tambang menggunakan pompa alkon menjadi pompa transfer sentrifugal bertenaga surya.

Value Chain Optimisation bagi produsen berupa penghematan pemakaian energy listrik sebesar 3.228.254 Kwh setara dengan 2.692,4 Ton CO2 eq dan penghematan sebesar Rp 4.663.858.521,86. Kuantifikasi perbaikan lingkungan dari program ini setara dengan menghemat pemakaian energy listrik sebesar 3.228.254 Kwh setara dengan 2.692,4 Ton CO2 eq.

B.2. PT Berau Coal - Site Sambarata

LCoG Technology Rigid Dumptruck-Balance Excercises to Replacement ADT



Gambar Skema Program Inovasi Penurunan Emisi

Program ini merupakan pemanfaatan teknologi LCoG (Lower Center of Gravity) dengan perubahan sistem coal handling dan rehandling yang sebelumnya menggunakan ADT (Articulated Dump Truck). Kelemahan penggunaan ADT sebelum adanya Rigid Truck dengan teknologi LCoG adalah beban yang tidak merata yang menyebabkan energi yang dibutuhkan ADT cukup tinggi dan menyebabkan polusi emisi GRK bertambah besar. Kelebihan lainnya teknologi LCoG pada Rigid Dumptruck adalah terjadi optimalisasi hauling rate karena bahan bakar yang digunakan tidak sebesar ADT.

Dampak produsen berupa penghematan penggunaan bahan bakar sebesar 231.985 liter, memberikan perbaikan lingkungan mengurangi timbulan emisi sebesar 8.792 Ton CO2eq, dan memberikan penghematan secara finansial yaitu sebesar Rp. 1.153.386.000,-.

B.3. PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Unit Pertambangan Tanjung Enim

Train Loading Station System

Ide perubahan dari inovasi yang dilakukan dengan cara pembuatan Train Loading Stasion System (TLS System). Dengan adanya TLS System akan memangkas jarak angkut batubara sejauh 3 km.

> *Dampak lingkungan yang dihasilkan berupa penurunan beban emisi sebesar 10 ton CO2e pada tahun 2021 setara dengan penghematan*



Gambar Inovasi Train Loading System

B.4. PT Refined Bangka Tin

Vacuum Onde Bersih Emisi (PAKDESUR)



Gambar Sebelum dan Sesudah Program Inovasi Penurunan Emisi

> *Kuantifikasi informasi pengurangan emisi konvensional karena penambahan komponen melaui inovasi PAKDESUR adalah penurunan emisi PM sebesar 4,36 ton dan CO sebanyak 0,26 ton dengan penghematan biaya yang diperoleh sebesar Rp 216.000.000/tahun.*

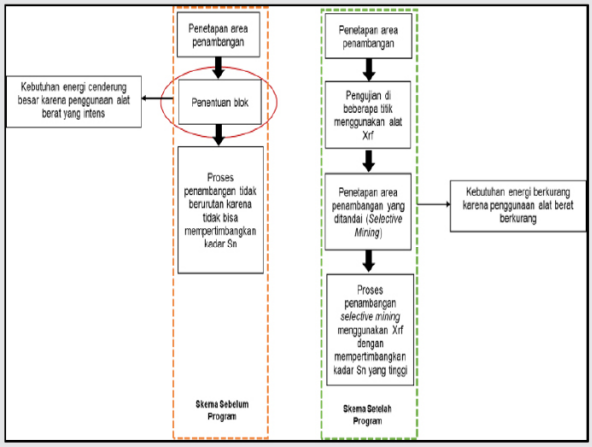
Debu tanur merupakan salah sumber pencemaran udara yang signifikan pada proses produksi timah PT. RBT. Selain mencemari udara dalam bentuk emisi partikulat (emisi konvensional), debu tanur juga mengganggu kebersihan lokasi kerja dan berpotensi menganggu kesehatan pekerja. Di sisi lain, debu tanur masih memiliki kandungan bijih timah yang tinggi sehingga masih dapat didaur ulang. Proses pemanfaatan debu tersebut dilakukan dengan menangkap debu melalui dust collector dan digranulasi menjadi butiran yang disebut onde. Proses penangkapan dan pengumpulan debu pada praktek umum adalah tidak terkoneksi dengan shuttle dan tidak memiliki kemiringan yang memadai untuk maksimal menarik debu.

B.5. PT Timah, Tbk. -UPTP Batu Besi

SELECTIVE MINING MENGGUNAKAN XRF

Perusahaan melakukan inovasi perubahan komponen dengan memodifikasi sistem penambangan lebih efektif melalui selective mining menggunakan Xrf untuk mendeteksi adanya kadar Sn yang tinggi. Dengan sistem selective mining, konsumsi bahan bakar alat berat menjadi lebih efisien sehingga emisi gas rumah kaca yang dihasilkan pun cenderung lebih rendah.

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa penurunan emisi pada tahun 2022 sebesar 85,76 Ton CO2e serta penghematan biaya sebesar Rp 4.982.253,69,00.

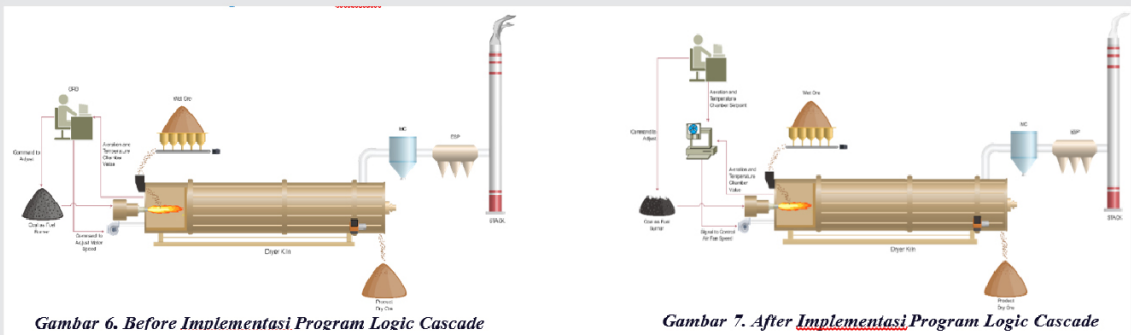


Gambar Skema Inovasi Program Penurunan Emisi

B.6. PT Vale Indonesia, Tbk.

Logic Cascade (%Carbon Stabilization)

Dengan melakukan inovasi Logic Cascade, stabilitas kandungan karbon dalam RKP yang mengatur secara otomatis penambahan dan/atau pengurangan batubara berdasarkan kandungan karbon terhadap target operasi. CRO hanya perlu mengatur kandungan karbon yang diinginkan dan Logic Cascade akan bekerja mengatur laju penambahan dan/atau pengurangan batubara agar RKP yang diharapkan tercapai dan stabil. Dari data yang diperoleh, intensitas konsumsi batubara per satuan produk RKP nampak menurun sehingga penggunaan energi berkurang (energy minimize) yang berdampak pada pengurangan emisi yang dihasilkan.



Gambar 6. Before Implementasi Program Logic Cascade

Gambar 7. After Implementasi Program Logic Cascade

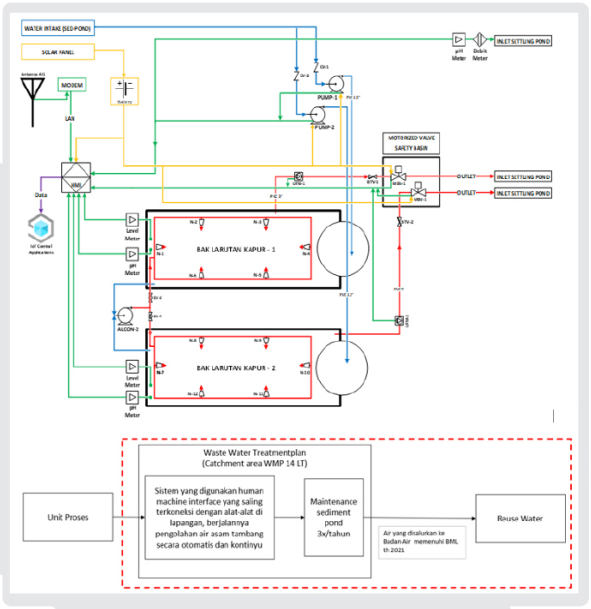
Gambar Implementasi Program Oto one Feeder

Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa pengurangan GRK pada tahun 2022 sebesar 5.326,74 tCO2-e yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 849.615.474.

C. EFISIENSI AIR DAN PENURUNAN BEBAN PENCEMAR AIR

C.1. PT Berau Coal - Site Lati

Penerapan Human Machine Interface Untuk Pengolahan Air Asam Tambang



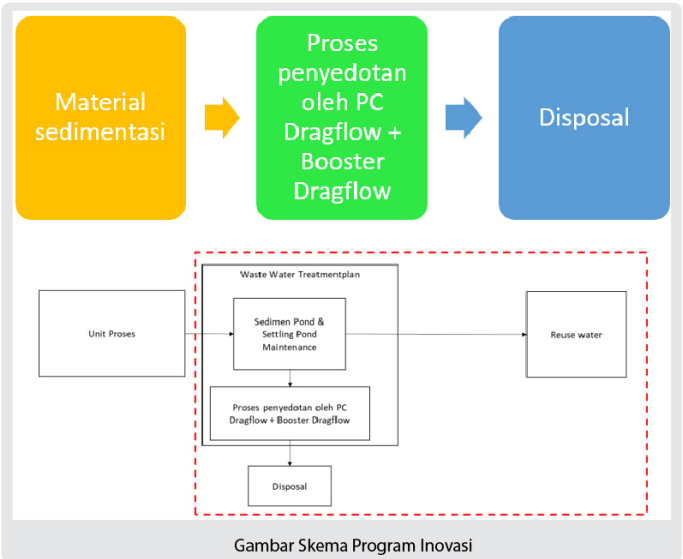
Program ini adalah program inovasi yang diterapakan di PT Berau Coal – Site Lati ini adalah dengan mensinkronkan peralatan di lapangan dengan system yang terinegrasi antara kondisi nilai beban pencemar dengan system sehingga mampu untuk secara langsung memberikan dosis material pengolahan yang tepat dan melakukan pengolahan dengan sistematis, hal ini berjalan secara otomatis akan berjalan kontinyu.

PT Berau Coal Site Lati mampu untuk melakukan keberhasilan penurunan beban pencemar air polutan TSS sebesar 10,04 Ton TSS pada tahun 2021.

C.2. PT Berau Coal - Site Binungan

Dragflow Optimization for Water Treatment Eficiency

Program Dragflow Optimization for Water Treatment Eficiency adalah program rekayasa engineering dengan pemanfaatan alat berat dengan lengan unit PC Dragflow yang terdapat pada mesin dijadikan sebagai mixer dan berfungsi sebagai penyedot material endapatan pada kolam pengolahan. Sehingga pemindahan sedimen dapat maksimal serta dapat mengurangi biaya dan material pengolahan air. Peningkatan kapasitas ini membuat pengolahan penurunan TSS menjadi lebih efisien dan efisiensinya juga meningkat.



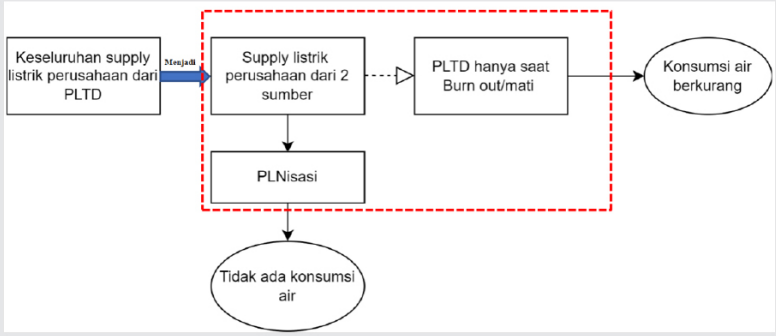
Gambar Skema Program Inovasi

PT Berau Coal Site Binungan mampu untuk melakukan keberhasilan penurunan beban pencemar air polutan TSS sebesar 197,94 Ton TSS pada tahun 2021.

C.3. PT Timah (Persero), Tbk. - Unit Metalurgi Muntok

Efisiensi Air Proses Pendinginan Mesin di PLTD dengan PLNisasi

Program ini merupakan inovasi penambahan komponen karena merupakan improvement proses produksi listrik dari PLTD menjadi PLNisasi. Sebelum program sumber listrik pada proses produksi dan area pendukung menggunakan mesin dari PLTD. Penggunaan PLTD memerlukan air sebagai pendingin mesin melalui primary water cooling system engine dan secondary water cooling system engine dengan jumlah besar.

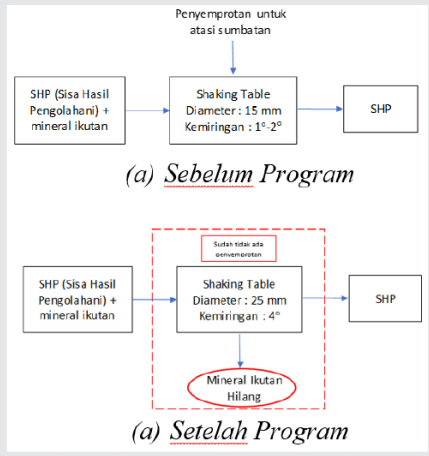


Gambar Skema Inovasi Program Efisiensi Air Proses Pendinginan Mesin di PLTD dengan PLNisasi

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa efisiensi air pada tahun 2022 sebesar 4814,150 m3 serta penurunan biaya atau penghematan sebesar Rp. 47.746.740.

C.4. PT Timah Tbk Wilayah Operasi Kepri dan Riau - Unit Metalurgi Kundur

Modifikasi Shaking Table Dalam Peningkatan Kapasitas Dari Proses Sisa Hasil Pengolahan (SHP)



Gambar Skema Inovasi Program Efisiensi Air dan Penurunan Beban Pencemar

Dalam proses produksi logam timah, terdapat kegiatan pengolahan SHP (Sisa Hasil Pengolahan). Air yang masuk ke dalam proses ini, mengandung mineral-mineral ikutan lainnya selain bijih timah seperti pyrite dan ilmenite yang mengakibatkan tersumbatnya lubang/ feeding material sehingga membutuhkan konsumsi air yang tinggi untuk penyemprotan sumbatan dan konsentrat yang dikeluarkan menjadi lebih sedikit.

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa efisiensi air pada tahun 2022 sebesar 16,20 m3 serta penurunan biaya atau penghematan sebesar Rp. 264.060.

C.5. PT Borneo Indobara

Treated Water by Desulfomicrobium in Andaru Area

Program ini sebagai bentuk tanggung jawab sosial dan lingkungan untuk Desa Bayansari, Karang Indah, dan Bunati. Program ini bekerjasama dengan pemerintah untuk memenuhi kebutuhan air warga. Ide pembaruan program ini berasal dari air yang dibiarkan saja menjadi dimanfaatkan untuk warga sekitar melalui tahapan perencanaan, kontrol kualitas air, pengolahan dan pemeliharaan. Area Andaru yang merupakan area sisa ekskavasi di Andaru memiliki luasan 30,84 Ha atau berkapasitas 4.6343.955.878 m3 yang sangat mumpuni untuk dimanfaatkan.



Gambar Skema Pasca Penerapan Program Inovasi

Program ini mampu mengkonservasi air sebesar 670.835 m3 karena adanya pemanfaatan air untuk warga dan mampu menghemat anggaran sebesar Rp 3.018.757.500,00.

C.6. PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Unit Pertambangan Tanjung Enim

Evaporator Untuk Pengurangan Konsumsi Air di Dumphopper

Teknologi evaporator diaplikasikan berdasarkan target kerja lingkungan yang terukur dan berkelanjutan perusahaan, meliputi aspek efisiensi air yang dalam pelaksanaannya terintegrasi dengan kegiatan operasi produksi dan penunjangnya.

Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah efisiensi air sebesar 243.756 m³ pada tahun 2021 yang didapatkan dari selisih antara perhitungan penggunaan air dengan sprayer/nozzle (263.520 m³) dan penggunaan dengan evaporator (19.764 m³). inovasi ini dapat menghemar anggaran sebesar Rp 1.541.269.188,-.



Gambar 24. Inovasi Evaporator Pengurangan Konsumsi Air

Gambar Inovasi Evaporator Pengurangan Konsumsi Air

C.7. PT Kideco Jaya Agung

Pemanenan Air Hujan sebagai Sumber Air Bersih dalam Proses Pencampuran Koagulan pada Sarana Chemical Treatment Settling Pond

Program ini dilaksanakan dengan pemasangan talang air (gutter) 4 inch dan pipa PVC 2 inch pada kanopi sarana chemical treatment settling pond. Prinsip Kerja alat tersebut adalah air hujan yang jatuh pada permukaan kanopi (atap) yang merupakan area tangkapan hujan mengalir menuju talang air kemudian mengalir ke pipa PVC dan berakhir di dalam tandon. Air tersebut digunakan sebagai bahan untuk pencampuran koagulan sehingga dapat menghemat penggunaan air permukaan yang sebelumnya diambil dari sumber air yang telah memiliki SIPA.



Sebelum Program : Penggunaan Unit Water Truk



Setelah Program : Penggunaan Sistem Pemanenan Air Hujan

Pemanenan Air Hujan sebagai Sumber Air Bersih dalam Proses Pencampuran Koagulan pada Sarana Chemical Treatment Settling Pond dapat menghemat penggunaan air baku sebesar 1.222,82 m3 atau setara dengan 0,0015 Milyar Rupiah.

C.8. PT Mitrabara Adiperdana Tbk.

Efisiensi Air dengan Memanfaatkan Tanah Elektrolit di WWTP

Dalam pengolahan air limbah (IPAL), PT MA menggunakan proses koagulasi dan flokulasi untuk mengurangi konsentrasi padatan tersuspensi (TSS) dan zat organik lainnya yang menyebabkan masalah kekeruhan, bau dan rasa. Namun pada proses koagulasi tersebut menggunakan bahan kimia berupa koagulan yang dilarutkan menggunakan air bersih. PT MA kemudian memanfaatkan tanah elektrolit (TE). TE mengandung senyawa penyusun utama kalsium sulfat dihidrat yang mampu mengendapkan suspended solids (SS) dari air limbah tambang yang berasal dari lempung montmorilonit. Keunggulan menggunakan tanah elektrolit untuk proses koagulasi adalah tidak membutuhkan air bersih untuk proses pelarutan dan dosingnya.

Hasil efisiensi air yang diperoleh 6,972 m3 pada tahun 2021 dengan penghematan biaya sebesar Rp.12,897,530 dan 14,777 m3 pada tahun 2022 (Januari – Juni) dengan penghematan biaya sebesar Rp. 27,338,102.

C.9. PT Refined Bangka Tin

Inovasi Efisiensi Air dan Pengurangan Beban Pencemar

PT RBT menggunakan air domestic dalam jumlah yang cukup besar, yakni mencapai 1585 m3 / bulan dengan biaya air Rp350.000/m3. Konsumsi air berbanding lurus dengan air limbah yang dihasilkan, sehingga diperlukan biaya pengolahan air limbah. Kebutuhan air domestik saat ini disuplai dari air permukaan yang sangat bergantung dari curah hujan dengan ketersediaan air yang mulai kritis. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, RBT melakukan inovasi konservasi air dan pengurangan beban pencemar dengan membuat Katup Aik-15. Katup Aik-15.

Ukuran Keran	Debit Tanpa Katup Aik-15 (m^3/detik)	Debit Dengan Katup Aik-15 (m^3/detik)
1/2 “	0,312	0,083
3/4 “ Wastafel	0,178	0,055
3/4”	0,333	0,1

Tabel Pebandingan inovasi sebelum dan sesudah

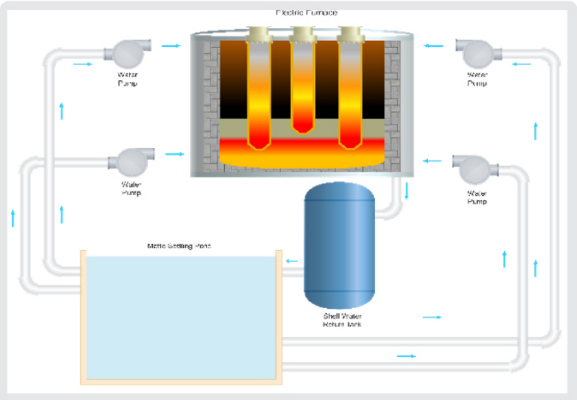
Dengan adanya perubahan oleh Inovasi Katup Aik-15, terjadi pengurangan efisiensi ari sebanyak 5,37 m3/hari dengan penghematan biaya sebesar Rp 184.282 selama 4 bulan penerapan di tahun 2022.

C.10. PT Vale Indonesia, Tbk.

Substitusi Air Pendingin Dengan Udara Di Furnace 4 (SUPER FURNACE 4)

Program ini dilakukan dengan melakukan substitusi penggunaan air sebagai pendingin dengan udara ambien yang dibantu dengan blower langsung dikontakkan ke dinding bagian bawah furnace 4 sehingga temperature dinding bagian bawah bisa dingin. Dengan program ini penggunaan air untuk pendingin di furnace bisa ditiadakan sehingga terjadi penghematan air dan peniadaan pompa yang secara langsung dapat mengurangi penggunaan energi (energy minimize).

Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa penurunan konsumsi air pada tahun 2022 sebesar 10.289,048 m3 yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 129.127.552.

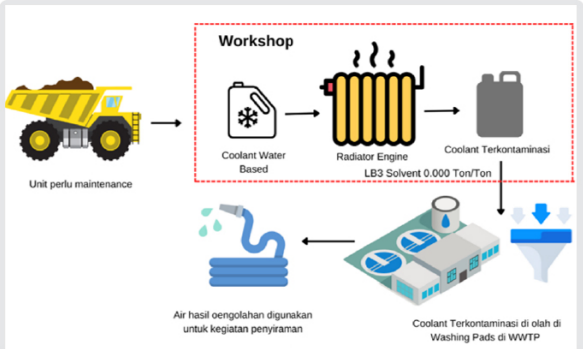


Gambar Implementasi Program Super Furnace 4

D. 3R LIMBAH B3

D.1. PT Berau Coal - Site Lati

Subtitusi Penggunaan Coolant B3 dengan Coolant Non B3 (water based)



Gambar Skema Program Inovasi

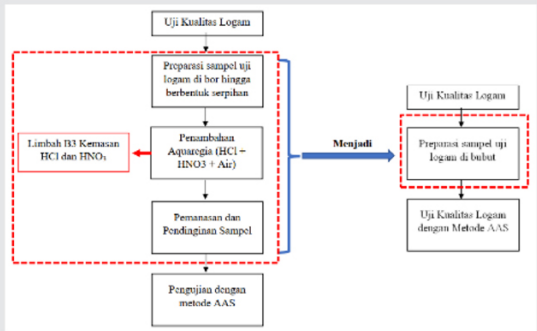
Program Subtitusi Penggunaan Coolant B3 dengan Coolant Non B3 (water based) bertujuan untuk mengurangi timbulan bahan kimia yang berasal dari penggunaan coolant berbahan dasar glycol (B3). Coolant digunakan pada saat proses maintenance dengan memasukkan coolant ke dalam radiator untuk mempertahankan temperatur engine agar tidak terlalu panas (overheating) yang dapat merusak mesin.

PT Berau Coal Site Lati berhasil melakukan penghematan dengan dengan adanya pengurangan jumlah limbah B3 sebesar 0,68 Ton.

D.2. PT Timah (Persero), Tbk. - Unit Metalurgi Muntok

Penggantian Metode Uji Kualitas Logam Menggunakan Metode AES (Atomic Emission Spectrofotometry)

Program ini merupakan inovasi penambahan komponen karena inovasi yang dilakukan hanya pada lingkup internal perusahaan yaitu pada pengujian kualitas logam. Sebelumnya, pada proses pengujian logam timah dengan parameter uji Pb, Sb, Cu, Fe, As, Ni, Bi, Co, Cd, Zn, Al, Ag, dan In menggunakan metode AAS (Atomic Absorption Spectrofotometry). Metode ini membutuhkan waktu yang cukup lama karena hanya bisa membaca satu unsur dalam setiap kali uji sehingga tidak efisien. Selain itu, penggunaan metode AAS juga membutuhkan penambahan bahan kimia berupa HCl dan HNO3 pada setiap ujinya sehingga menghasilkan timbulan limbah B3 kemasan bahan kimia. Oleh karena itu, diperlukan perubahan metode uji yang lebih efisien dan ramah lingkungan tanpa mengurangi kualitas hasil.



Skema Inovasi Program Pengurangan LB3

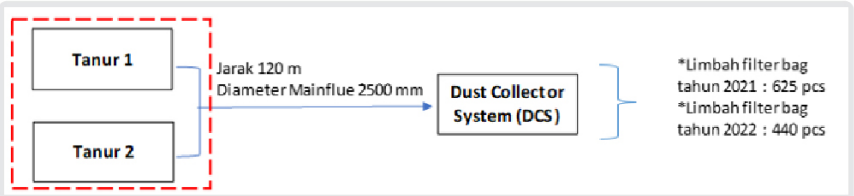
Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa pengurangan kemasan limbah B3 sebesar 0,109 Ton pada tahun 2022 serta penurunan biaya atau penghematan sebesar Rp 327.712,392.

D.3. PT Timah Tbk Wilayah Operasi Kepri dan Riau - Unit Metalurgi Kundur

Pengurangan Limbah Filter Bag melalui Re-Engineering Dust Collector System

Program ini untuk menangkap debu yang dihasilkan dalam proses peleburan. Sebelumnya, perusahaan menerapkan dua DCS untuk dua tanur yang beroperasi dengan diameter mainflow sebesar 1200 mm dengan panjang pipa antara tanur ke DCS sebesar 30 m. Diameter mainflow yang kecil dan panjang pipa antara tanur ke DCS yang pendek menyebabkan pengendapan debu yang dihasilkan dari proses peleburan tidak maksimal. Hal ini menyebabkan umur pakai filter bag menjadi lebih pendek sehingga harus sering dilakukan pergantian dan menyebabkan timbulan limbah B3 filter bag cenderung besar.

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa pengurangan Limbah B3 pada tahun 2022 sebesar 1,38 Ton serta penurunan biaya atau penghematan sebesar Rp. 202.363.292.

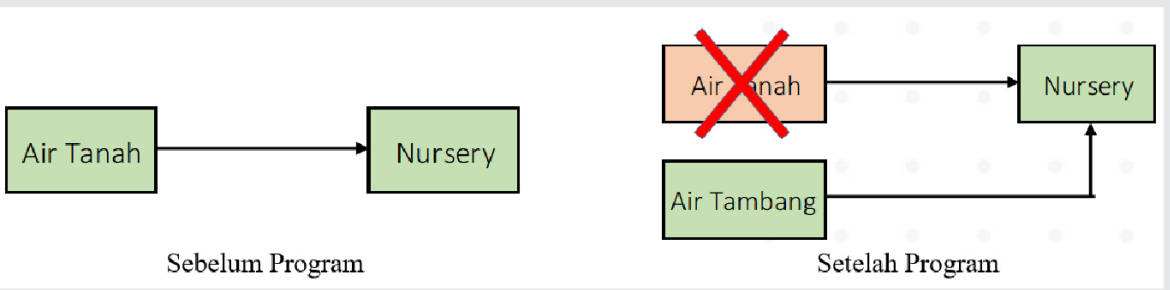


Skema Inovasi Program Pengurangan Limbah B3

D.4. PT Kaltim Prima Coal

Pemanfaatan Air J Void Menggantikan Air Tanah untuk Keperluan Nursery

dengan pemanfaatan air Void untuk keperluan pembibitan di Nursery, PT KPC mampu menurunkan beban pencemar air limbah parameter TSS.

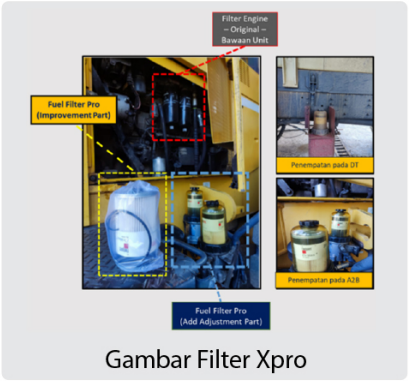


Gambar Skema Sebelum dan Setelah Penerapan Program Inovasi

Program ini berhasil menurunkan beban pencemaran air limbah parameter TSS sebesar 1,38 ton selama tahun 2021-2022 atau setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 5.661.171.

D.5. PT Asmin Bara Bronang

Filter-XPro



Gambar Filter Xpro

Program inovasi Filter-XPro,yang merupakan program untuk mengurangi timbulan B3 filter bekas dan hose bekas. Filter-XPro merupakan filter adjuster yang ditambahkan (bukan bawaan unit) yang berfungsi sebagai sistem penyaring tahap awal agar endapan (kotoran) yang terlarut pada bahan bakar tidak langsung memasuki sistem utama pembakaran engine sehingga hose dan filter tidak cepat kotor sehingga tidak cepat diganti.

Pengurangan timbulan hose bekas sebesar 5,975 ton yang setara dengan penghematan Rp 107.553.000,- .

D.6. PT Refined Bangka Tin

Inovasi Efisiensi Air dan Pengurangan Beban Pencemar

PT RBT menggunakan air domestic dalam jumlah yang cukup besar, yakni mencapai 1585 m3 / bulan dengan biaya air Rp350.000/m3. Konsumsi air berbanding lurus dengan air limbah yang dihasilkan, sehingga diperlukan biaya pengolahan air limbah. Kebutuhan air domestik saat ini disuplai dari air permukaan yang sangat bergantung dari curah hujan dengan ketersediaan air yang mulai kritis. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, RBT melakukan inovasi konservasi air dan pengurangan beban pencemar dengan membuat Katup Aik-15. Katup Aik-15.

Ukuran Keran	Debit Tanpa Katup Aik-15 (m^3/detik)	Debit Dengan Katup Aik-15 (m^3/detik)
1/2 “	0,312	0,083
3/4 “ Wastafel	0,178	0,055
3/4”	0,333	0,1

Tabel Pebandingan inovasi sebelum dan sesudah

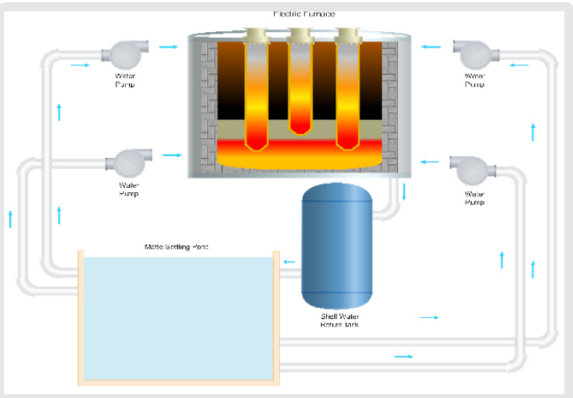
Dengan adanya perubahan oleh Inovasi Katup Aik-15, terjadi pengurangan efisiensi ari sebanyak 5,37 m3/hari dengan penghematan biaya sebesar Rp 184.282 selama 4 bulan penerapan di tahun 2022.

D.7. PT Vale Indonesia, Tbk.

Substitusi Air Pendingin Dengan Udara Di Furnace 4 (SUPER FURNACE 4)

Dalam proses produksinya, untuk menghasilkan nikel dalam bentuk matte menggunakan konsep pyrometalurgy, salah satu unitnya bernama “furnace” yang menggunakan listrik untuk meningkatkan temperature di dalamnya. Untuk mengontrol panas yang dihasilkan dari pembakaran di dalam furnace, perlu dilakukan pendinginan dinding bagian bawah dan bagian atas furnace dengan menggunakan air recycle yang disemprotkan langsung dengan sprayer ke dinding bagian atas dan bawah furnace. Proses pendinginan juga mengakibatkan evaporasi, sehingga butuh tambahan air jika level air di pond mencapai titik minimum. Berdasarkan studi “audit air”, penggunaan air terbesar di PTVI adalah di area furnace, yang mayoritas penggunaannya untuk mendinginkan dinding furnace. Program ini dilakukan dengan melakukan substitusi penggunaan air sebagai pendingin dengan udara ambien yang dibantu dengan blower langsung dikontakkan ke dinding bagian bawah furnace 4 sehingga temperature dinding bagian bawah bisa dingin. Dengan program ini penggunaan air untuk pendingin di furnace bisa ditiadakan sehingga terjadi penghematan air dan peniadaan pompa yang secara langsung dapat mengurangi penggunaan energi (energy minimize).

> *Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa penurunan konsumsi air pada tahun 2022 sebesar 10.289,048 m3 yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 129.127.552.*



Gambar Implementasi Program Super Furnace 4

D.8. PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Unit Pertambangan Tanjung Enim

Pengurangan oli bekas menggunakan electric pump

Industri pertambangan membutuhkan pompa untuk memindahkan air tambang dari mine sump menuju Kolam Pengendapan Lumpur (KPL) kegiatan ini disebut dengan dewatering. Dengan adanya inovasi electric pump untuk proses dewatering mampu mengurangi timbulan limbah B3 oli bekas. Electric pump adalah pompa yang memiliki sumber listrik sebagai penggerak impeller.

> *Program ini memberikan keuntungan kepada PTBA terkait dengan penghematan biaya sebesar Rp 574.983.000,-(periode 2021-2022).*

D.9. PT Amman Mineral Nusa Tenggara

Pemanfaatan FABA PLTU 4x28MW untuk Substitusi Material Roadbase Jalan Akses Reklamasi Tambang

AMMAN mengelola aktivitas pertambangan yang cukup kompleks mulai dari aktivitas produksi sebagai komponen utamanya, kegiatan pendukung yang terbagi atas pendukung produksi dan penunjang aktivitas domestik serta perkantoran. Termasuk juga pada aktivitas berbasis pemberdayaan bagi masyarakat di Ring I. AMMAN juga memproduksi listrik sendiri yang terkoneksi pada grid AMMAN yang terdiri dari beberapa jenis pembangkit listrik seperti PLTU, PLTD, hingga PLTS. Adapun pada kegiatan pembangkitan listrik dari PLTU 4x28MW, terdapat limbah Fly Ash & Bottom Ash (FABA) sebagai bagian dari hasil sisa proses pembakaran. Di sisi lain juga terdapat keperluan perbaikan dan pemeliharaan jalan akses tambang yang umumnya menggunakan tanah lapisan top soil bekas pembukaan lahan, yang pada perencanaannya akan digunakan untuk masa tutup tambang nantinya. Dalam mengoptimalkan sumber daya yang ada, AMMAN melakukan pemanfaatan FABA sebagai substituen material roadbase pada jalan akses reklamasi tambang.



Gambar Visualisasi Pengelolaan Fly Ash dan Bottom Ash

> *Optimasi ini juga mampu memberikan kontribusi perbaikan lingkungan dengan hasil absolut pemanfaatan limbah B3 FABA sebesar 21.699,06 ton, serta mengurangi emisi GRK dari sektor transportasi sebesar 0,03 ton CO2-eq./ton FABA.*

E. 3R LIMBAH NON B3

E.1. PT Berau Coal - Site Lati

Pemanfaatan Larva Stratiomyidae dari Sisa Limbah Makanan Untuk Pakan Ternak



Gambar Skema Program Inovasi

Program yang dilaksanakan tujuan untuk memanfaatkan sampah organik dengan metode pengomposan yang lebih efektif dan produktif dengan menggunakan cacing tiger (Eisenia fetida) yang dibudidayakan sendiri oleh PT. Berau Coal Site Lati.

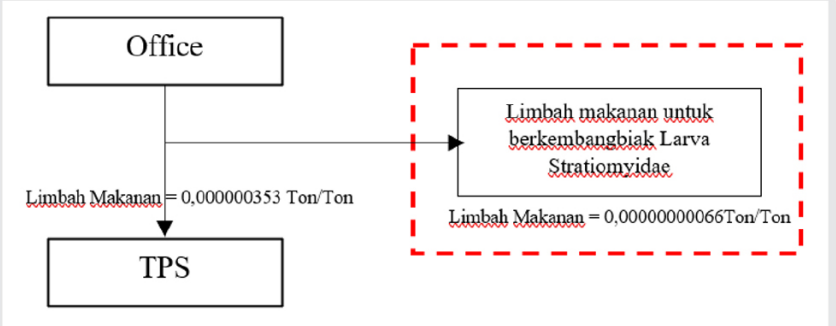
Kegiatan produksi kompos ini dimanfaatkan secara internal oleh PT Berau Coal Site Lati untuk kegiatan nursery yang mana perusahaan menghemat sebesar Rp.3. 025.000 sebagai pengurangan pembelian pupuk sebanyak 1,21 Ton pada tahun 2022 sampai dengan bulan Juni

D.2. PT Borneo Indobara

Pemanfaatan Larva Stratiomyidae dari Sisa Limbah Makanan Untuk Pakan Ternak

PT Borneo Indobara memiliki jumlah karyawan yang cukup banyak, dimana setiap harinya menghasilkan limbah makanan dari kegiatan konsumsi, terutama limbah makanan yang berasal dari kantin. Limbah makanan yang dihasilkan biasanya dikirim langsung ke TPA untuk dikelola dan tidak dimanfaatkan. Melihat kondisi ini PT Borneo Indobara melaku-kan pemanfaatan limbah makanan untuk memenuhi kebutuhan pakan yang berada pada peternakan yang dimiliki PT Borneo Indobara bersama masyarakat.

Value Creation program inovasi ini bagi perusahaan adalah dapat manfaatkan limbah makanan sebesar 0,2 Ton dan terdapat penghematan sebesar Rp7.500.000,-



Gambar Skema Program Inovasi

E.3. PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Unit Pertambangan Tanjung Enim

Pemanfaatan Rel Bekas Menjadi Penahan Tanah Longsor (Recycle Limbah Rel Bekas)

Tujuan inovasi ini adalah memanfaatkan kembali rel bekas yang berasal dari proses penambangan batubara secara continous mining menggunakan peralatan Bucket Wheel Excavator (BWE) di PTBA untuk dijadikan pengganti tiang pancang beton pada penanganan lereng dari risiko longsor (Process Imporvement).



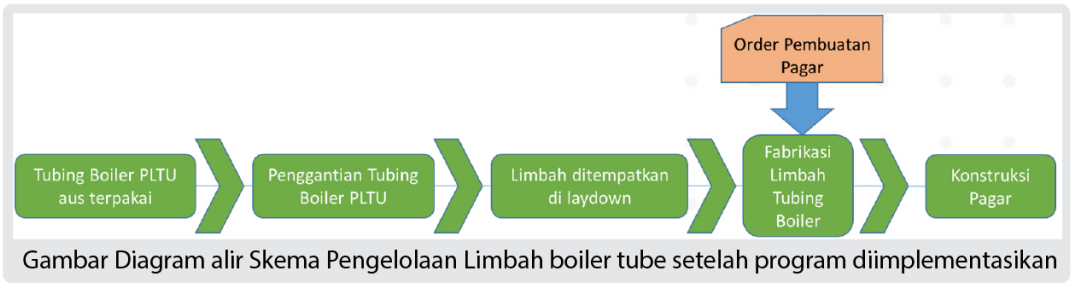
Gambar Inovasi Pemanfaatan Rel Bekas

Dampak lingkungan yang dihasilkan berupa pengurangan jumlah limbah padat besi yang tidak dapat digunakan kembali pada periode Januari 2021 sampai dengan Juni 2022 sebesar 4 ton yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp50.000.000,00.

E.4. PT Kaltim Prima Coal

Pemanfaatan Boiler Tube Bekas Untuk Konstruksi Tiang Pagar

limbah boiler tube tidak dibuang ke scrap yard sebagai limbah non B3 namun akan dikumpulkan di laydown untuk material pembuatan pagar. Program ini dilakukan dengan merubah sistem, dimana sebelumnya pemesanan pagar yang akan dibuat menggunakan material pipa besi baru.



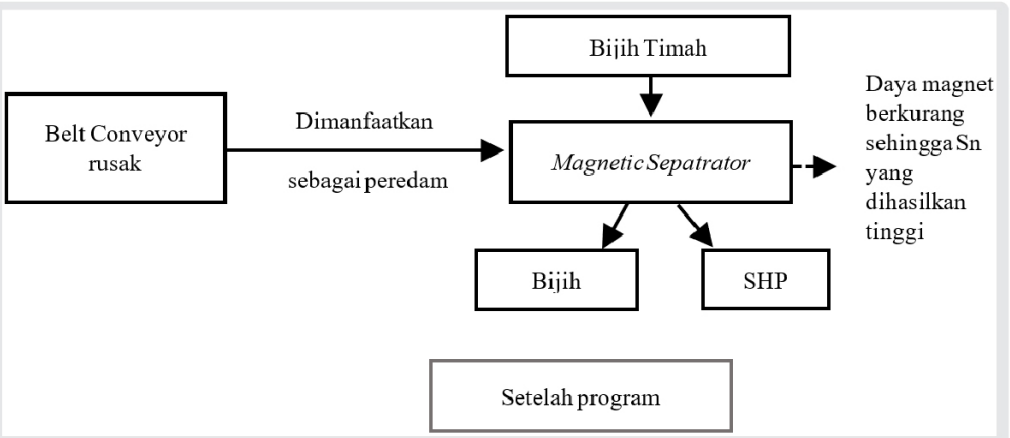
Gambar Diagram alir Skema Pengelolaan Limbah boiler tube setelah program diimplementasikan

Dampak lingkungan dari program ini adalah dapat memanfaatkan timbulan limbah tubing boiler sebesar 4,77 Ton di tahun 2021 dengan penghematan sebesar Rp. 318.000.000,-

E.5. PT Timah, Tbk. -UPTP Batu Besi

PEMANFAATAN BELT CONVEYOR BEKAS SEBAGAI PEREDAM MAGNETIC SEPARATOR

Belt conveyor merupakan salah satu peralatan yang dimiliki PT TIMAH Tbk UPTP Batu Besi sebagai pendukung produksi. Penggunaan Belt Conveyor secara terus menerus akan membuat belt conveyor tersebut rusak sehingga perlu diganti. Selama ini, jumlah limbah belt conveyor yang rusak cukup besar dan tidak termanfaatkan. Disisi lain, limbah belt



Gambar Diagram alir Skema Pengelolaan Limbah boiler tube setelah program diimplementasikan

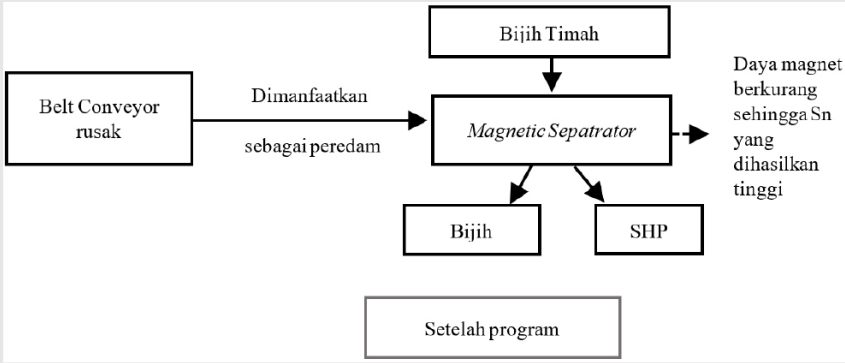
> *Inovasi ini juga memberikan dampak penghematan atau penurunan biaya sebesar Rp 1.822.500,00.*

E.6. PT Vale Indonesia

Program Modification Of Hydraulic Hose System (MYHOS) Pada Slag Carrier

Slag Carrier adalah kendaraan alat berat yang digunakan untuk mengangkut slag cair yang beroperasi 24 jam setiap harinya dan sistem hidrolik tersebut adalah hose hidrolik berbahan baja yang terpasang secara berantakan pada area center hitch. Pergerakan center hitch terjadi secara horizontal mengikuti pergerakan control steering. Dengan adanya pergerakan pada center hitch menyebabkan pergesekan hose hidrolik dengan frame center hitch dan pemasangan yang berantakan mengakibatkan hose hidrolik bocor dan tidak dapat digunakan lagi sehingga dibuang sebagai scrap metal, sehingga timbukan limbah non B3 dari hose besar.

> *Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa pengurangan limbah scrap metal pada tahun 2021-2022 sebesar 793 ton yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 283.910.662.*



Gambar Kondisi Hose Hidrolik pada Slag Carrier (Setelah Implementasi MYHOS)

E.7. PT Asmin Bara Bronang

A-PLUS BIOCHAR

A-PLUS BIOCHAR adalah inovasi pupuk organik yang diciptakan, 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). Tujuan 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.



Gambar Tahapan Proses A-Plus Biochar

BENEFIT yang dihasilkan dari program inovasi A-PLUS BIOCHAR, selain mengurangi timbulan sampah domestik yaitu dapat mengurangi pemakaian pupuk non organik sebesar 14 Ton dan biaya yang dapat diminimalkan Rp 103.600.000

DAFTAR PUSTAKA

Reliantoro, Sigit, dkk. 2022. Anugerah PROPER 2022: Recover Together Recover Stronger, Jakarta: Sekretariat PROPER



KEMENTERIAN
LINGKUNGAN HIDUP
DAN KEHUTANAN

PROPER

P : +6221 8520886
F : +6221 8580105

E : sekretariatproper@gmail.com
w : https://proper.menlhk.go.id

SEKRETARIAT PROPER
Direktorat Jenderal
Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan
Gedung B Lantai 4
Jl. D.I. Panjaitan Kav. 24 Kebon Nanas
Jakarta Timur , Indonesia 13410