



ADVANCING SMELTER TECHNOLOGY: Beyond Conventional Boundaries

The background image shows a control room with multiple computer monitors displaying industrial data and a large industrial facility with yellow scaffolding and equipment. A white and black diagonal striped graphic is at the bottom left.

2025

Bouman T. Situmorang, Moch. Imam Muchsony, M. Fuad, Agus Subandono, Budi Setiawan, Nova Kuswidiyasari, Widyo Nugroho, Fiaduz Zakiyah, Rachmayani, Zakiyatmoko Brachtomo, Aprillia Anggasari, M. Saifudin, Risty Widihasputri, Marwa Efira K., Aditiya Rachmawan, Retno Suryani



ADVANCING SMELTER TECHNOLOGY:

Beyond
Conventional
Boundaries



2025

Bouman T. Situmorang, Moch. Imam Muchsony, M. Fuad, Agus Subandono, Budi Setiawan, Nova Kuswidiyasari, Widyo Nugroho, Fiaduz Zakiyah, Rachmayani, Zakiyatmoko Brachtomo, Aprillia Anggasari, M. Saifudin, Risty Widihasputri, Marwa Efira K., Aditiya Rachmawan, Retno Suryani



Advancing Smelter Technology: Beyond Conventional Boundaries

PENULIS

Bouman T. Situmorang, Moch. Imam Muchsony, M. Fuad, Agus Subandono, Budi Setiawan, Nova Kuswidiyasari, Widyo Nugroho, Fiaduz Zakiyah, Rachmayani, Zakiyatmoko Brachtomo, Aprillia Anggasari, M. Saifudin, Risty Widihasputri, Marwa Efira K., Aditiya Rachmawan, Retno Suryani

DESAIN SAMPUL DAN TATA LETAK

Alivia Dewi Noor Safitri, Alkha Nayla Syahla S., Amelia Putri Rahayu

ISBN

PENERBIT

PT SUCOFINDO (PERSERO)

Jl. Pemuda No.171, Sekayu, Kec. Semarang Tengah, Kota Semarang

Cetakan Pertama, Tahun 2025

Buku ini diterbitkan atas kerjasama antara PT Smelting dengan PT SUCOFINDO

**HAK CIPTA DILINDUNGI UNDANG-UNDANG DILARANG
MEMPERBANYAK BUKU INI DALAM BENTUK DAN DENGAN
CARA APAPUN TANPA IJIN TERTULIS DARI PENERBIT**

SANKSI PELANGGARAN PASAL 72 UNDANG-UNDANG NO 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa yang sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga buku dengan judul “*Advancing Smelter Technology: Beyond Conventional Boundaries*” ini dapat selesai dengan baik. Buku ini berisi tentang meningkatkan program perlindungan dan pengelolaan lingkungan dengan berbagai inovasinya dalam menekan dan meminimalisir dampak negatif dari aktivitas perusahaan, efisiensi bahan baku produksi dan *supporting*, pengelolaan limbah, pelatihan penanggulangan insiden maupun kebencanaan, program-program CSR dengan 4 (empat) pilarnya yaitu di bidang *Charity*, *Capacity Building*, *Infrastructure*, dan *Empowerment* serta program-program lingkungan dan masyarakatan lainnya.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang berperan dalam penyusunan buku ini. Dengan adanya buku ini, Penulis menyadari sepenuhnya bahwa buku ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penyusun mohon para pembaca berkenan memberikan saran atau kritik demi perbaikan. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Gresik, Juni 2025

Tim Penulis

DAFTAR ISI

HAK CIPTA	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
PROFIL PERUSAHAAN	1
ALUR PROSES PRODUKSI	3
VISI MISI PERUSAHAAN	5
PENGHARGAAN DAN SERTIFIKASI	6
LAPORAN PROGRAM INOVASI EFISIENSI ENERGI	10
LAPORAN PROGRAM INOVASI EFISIENSI EMISI	18
LAPORAN PROGRAM INOVASI EFISIENSI AIR DAN PENURUNAN BEBAN PENCEMARAN	27
LAPORAN PROGRAM INOVASI PENGURANGAN LIMBAH B3....	36
LAPORAN PROGRAM INOVASI PENGELOLAAN SAMPAH	46
DAFTAR PUSTAKA	vi

PROFIL PERUSAHAAN

PT Smelting merupakan pabrik peleburan dan pemurnian tembaga pertama di Indonesia, yang didirikan atas kerja sama antara PT Freeport Indonesia dan Mitsubishi Materials Corporation (MMC) sejak tahun 1994. Pembangunan dimulai tahun 1996 dan selesai pada 1998 dengan kapasitas awal 200.000 ton katoda tembaga per tahun. Melalui empat kali ekspansi (2004, 2006, 2009, 2023), kapasitas meningkat menjadi 342.000 ton per tahun. Sejak 30 Juni 2024, pemegang saham mayoritas beralih ke PT Freeport Indonesia.

PT Smelting menggunakan teknologi Mitsubishi untuk proses peleburan yang efisien dan ramah lingkungan, serta teknologi ISA untuk menghasilkan katoda tembaga berkualitas tinggi (99,99% – LME Grade A).





Selain tembaga, PT Smelting juga menghasilkan produk samping seperti asam sulfat, terak tembaga, gipsum, lumpur anoda, dan CuTe, yang dimanfaatkan oleh berbagai industri. PT Smelting berkomitmen terhadap pengelolaan limbah sesuai standar lingkungan dan hukum yang berlaku.

Dengan visi menjadi smelter tembaga berkelas dunia yang handal dan ramah lingkungan, PT Smelting telah meraih sertifikasi ISO 9001 dan ISO 14001, ISO 45001 serta menerapkan metode 5S dan Kaizen. Penghargaan yang telah diraih antara lain PROPER Hijau, Industri Hijau, dan Efisiensi Energi Nasional.

Dalam aspek sosial, PT Smelting aktif dalam pemberdayaan masyarakat melalui program pengembangan di bidang kesehatan, pendidikan, lingkungan, konservasi, kewirausahaan, dan keagamaan.

ALUR PROSES PRODUKSI



PT Smelting menggunakan teknologi Mitsubishi dalam proses peleburan tembaga dan teknologi ISA dalam proses pemurnian tembaga. Proses Mitsubishi merupakan proses peleburan dan konversi tembaga berkesinambungan, yang ramah lingkungan dan ekonomis karena mampu menghasilkan katoda tembaga dengan kemurnian tinggi dan rasio gas SO_2 yang dikonversi di Pabrik Asam Sulfat sangat tinggi, sehingga emisi yang dihasilkan menjadi sangat rendah.



Proses utama dalam PT Smelting terdiri atas Pabrik Peleburan, Pabrik Pemurnian, Pabrik Asam Sulfat, dan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Limbah yang dihasilkan dari proses produksi PT Smelting hampir dimanfaatkan menjadi semuanya dapat bahan baku, seperti lumpur IPAL yang dimanfaatkan secara internal menjadi bahan baku pembuatan katoda tembaga dan produk asam sulfat, terak tembaga, gipsum, lumpur anoda, dan tembaga telurida dimanfaatkan menjadi bahan baku oleh industri lain.

Semua produk (100%) dimanfaatkan industri lain, dijual ke konsumen di dalam negeri maupun luar negeri. Hal ini membuktikan bahwa PT Smelting sudah menerapkan Ekonomi Sirkular dengan memaksimalkan kegunaan dan nilai tambah dari bahan mentah, komponen, dan produk, sehingga dapat mengurangi jumlah bahan sisa yang tidak digunakan dan dibuang.

VISI MISI PERUSAHAAN

VISI

Berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan terhadap masyarakat setempat, Republik Indonesia dan Dunia melalui bisnis peleburan dan pemurnian tembaga kami.

MISI

Mewujudkan proses yang aman, sehat, dan ramah lingkungan di pabrik dengan tujuan menyerahkan katoda tembaga dan produk samping kualitas terbaik kepada pelanggan secara stabil.

PT Smelting senantiasa berupaya untuk menghasilkan katoda tembaga dan produk samping dengan kualitas terbaik dunia dan menjadi perusahaan bereputasi terpercaya dan berkelanjutan, melalui penerapan berbagai sistem manajemen yang terpadu dan menyatu yaitu Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Sistem Manajemen Lingkungan, Sistem Manajemen Mutu, Sistem Jaminan Produk Halal dan Sistem Manajemen Pengamanan.



SERTIFIKAT PENGHARGAAN PT SMELTING

PT Smelting memiliki visi untuk menjadi pabrik peleburan dan pemurnian tembaga yang memiliki reputasi dunia, paling handal, dan ramah lingkungan. PT Smelting telah memperoleh ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, dan SMK3.

Selain itu PT Smelting juga menerapkan Program 5S untuk selalu menjaga produktivitas yang optimal dan menerapkan Program Kaizen untuk perbaikan terus-menerus serta berkelanjutan dengan melibatkan partisipasi seluruh karyawan, dimana setiap karyawan dapat mengusulkan segala macam ide atau pemikiran dan mengimplementasikan ide/pemikiran tersebut untuk perbaikan berkelanjutan aktivitas dalam proses produksi ataupun non produksi seperti lingkungan, administrasi dan sebagainya.

PT Smelting sudah menerapkan Ekonomi Sirkular dengan semua produk samping dapat diserap oleh industri lain sebagai bahan baku, sehingga timbulan limbah dapat diminimalisir. Dengan Sistem Ekonomi Sirkular yang sudah berjalan maka PT Smelting layak menyandang PROPER Emas.

Berbagai sertifikasi dan penghargaan telah diraih oleh PT Smelting, antara lain sertifikasi ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, Penghargaan Industri Ramah Lingkungan, dan lain-lain yang ditunjukkan pada Gambar berikut.



ISO 45001:2018



**Sertifikasi Sistem Manajemen
Keamanan (Emas) 2021**



PROPER Hijau
2003–2006, 2013–2016, 2022-2024



Objek Vital Nasional (Obvitnas) Kemenperin



Industri Hijau Level 5 Kemenperin 2022



**TATA BIWARA – Pemprov
Jatim & Bupati Gresik 2015**



Penghargaan Efisiensi Energi Nasional (PEEN) 2014



**Kompetisi 5S se-Jawa Timur
(1 emas, 1 perak, 2 perunggu)
2021**



**Ketaatan Pelaporan
Lingkungan – Pemprov Jatim
2015**



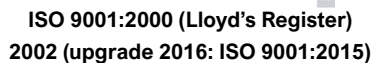
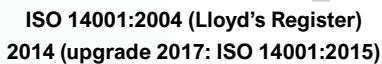
**SMK3 Bendera Emas
2005, 2008, 2019**



**Yasa Ayodhya Adinugraha
BKPM 2002**



**Industri Ramah Lingkungan
2024**



Redesain Proses Pencetakan Anoda Tembaga Melalui Inovasi Teknologi Casting Wheel

1. Deskripsi Teknis Inovasi

a. Permasalahan Awal

Sejak awal beroperasi, proses pencetakan anoda tembaga di PT Smelting sangat bergantung pada sistem yang intensif energi, khususnya pada tahapan pendinginan logam cair. Mesin pencetak yang digunakan memanfaatkan sistem twin belt caster yang didukung oleh pompa air berdaya tinggi untuk mempercepat pembekuan lelehan tembaga. Sistem ini menyebabkan konsumsi listrik yang sangat besar, dengan rata-rata mencapai 30.132,089 GJ per bulan. Tingginya kebutuhan energi ini berdampak langsung pada biaya operasional perusahaan, mengingat proporsi konsumsi listrik dari unit ini menjadi salah satu yang paling signifikan dalam keseluruhan proses produksi. Selain aspek biaya, intensitas energi yang tinggi juga meningkatkan jejak karbon perusahaan akibat emisi CO₂ yang ditimbulkan dari penggunaan energi listrik dalam jumlah besar. Permasalahan ini menjadi semakin mendesak seiring meningkatnya tuntutan efisiensi energi dan pengurangan emisi dalam praktik industri modern. Di sisi lain, keterbatasan fleksibilitas dan kompleksitas teknis dari sistem pendinginan yang digunakan turut membatasi potensi peningkatan kapasitas produksi, karena peningkatan output umumnya berbanding lurus dengan kenaikan beban energi.



Dengan demikian, proses pencetakan anoda yang ada menjadi tantangan utama dalam upaya efisiensi energi dan pengendalian emisi di lingkungan operasional PT Smelting. Oleh karena itu, PT Smelting melakukan transformasi teknologi dengan mengganti mesin Hazellet Caster dengan teknologi Casting Wheel yang lebih efisien dalam penggunaan energi sejak Juni 2023. Teknologi baru ini membutuhkan konsumsi energi listrik yang lebih rendah dibandingkan dengan mesin Hazellet Caster, sehingga kapasitas produksi dapat terus meningkat dengan tetap menggunakan energi yang efisien.

b. Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi

Asal usul ide perubahan atau inovasi berasal dari gagasan Tim Efisiensi Energi PT Smelting terkait kurang efektifnya penggunaan mesin pencetak *Hazellet Caster* untuk mencetak lelehan tembaga menjadi anoda padat, kemudian Tim Efisiensi Energi melakukan diskusi dan observasi bersama karyawan Bidang Keteknikan untuk melakukan kajian literatur dan uji coba penggantian mesin casting anoda tembaga dari *Hazellet Caster* menjadi *Casting Wheel*.

Program Inovasi **“Redesain Proses Pencetakan Anoda Tembaga Melalui Inovasi Teknologi Casting Wheel”** merupakan **pionir yang belum ditemukan dalam industri sejenis** berdasarkan **Buku Best Practice dan Inovasi Tahun 2021, 2022, dan 2023** yang dikeluarkan oleh **Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan**.

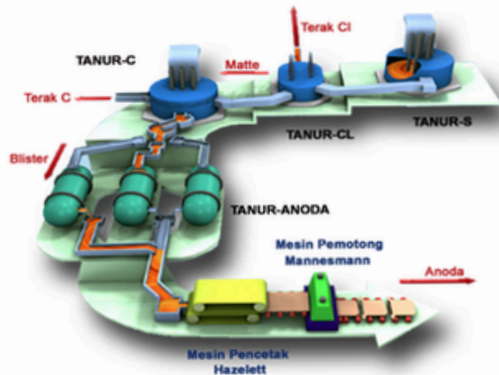
c. Perubahan yang Dilakukan dari Sistem Lama

Sebelum program inovasi, PT Smelting menggunakan mesin *Hazellet Caster* untuk mencetak anoda tembaga. Lelehan tembaga dari *Anode Furnace* akan masuk ke dalam mesin pencetak *Hazellet Caster* kemudian dilakukan proses pendinginan dengan *twin belt caster*. Setelah itu lelehan tembaga akan keluar menjadi padatan tembaga yang siap dipotong menjadi anoda tembaga. Proses pencetakan ini membutuhkan konsumsi listrik yang tinggi karena memakai pompa air yang besar untuk proses pendinginan. Penggunaan mesin *Hazellet Caster* dan sistem pendinginan pompa air dapat membutuhkan rata-rata konsumsi listrik sebesar 30.132,089 GJ/bulan.

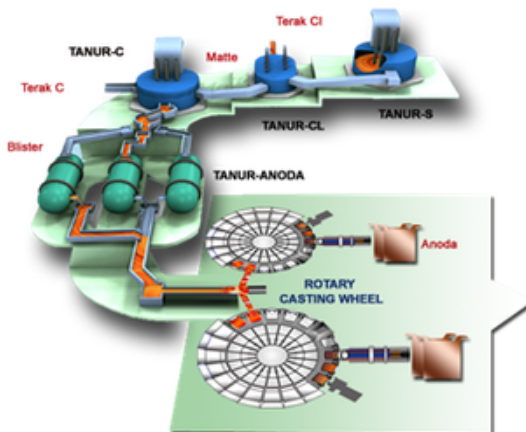
Setelah adanya program inovasi, terdapat penggantian mesin pencetak *Hazellet Caster* menjadi *Casting Wheel*. Proses pencetakan anoda menggunakan *Casting Wheel* dilakukan dengan menuang lelehan tembaga ke dalam cetakan berputar yang berbentuk roda. Setelah lelehan tembaga mengeras, anoda yang sudah terbentuk akan dikeluarkan dari cetakan. Jumlah energi yang dibutuhkan untuk melakukan pencetakan anoda menggunakan *Casting Wheel* lebih rendah dari *Hazellet* karena tidak perlu melewati proses pendinginan dengan pompa air berdaya besar. Rata-rata konsumsi energi listrik setelah menggunakan mesin *Casting Wheel* sebesar 13.567,214 GJ/bulan.

Sehingga, konsumsi listrik produksi menjadi lebih efisien 41%. Selain itu, penggunaan *Casting Wheel* mampu meningkatkan rata-rata kapasitas produksi anoda tembaga hingga 33.189,838 Ton/bulan atau mengalami peningkatan sebesar 25%.

d. Gambaran Skematis Inovasi yang Dilakukan



Gambar 1. Skema Sebelum Program



Gambar 2. Skema Setelah Program

2. Tipe Inovasi

Program inovasi “Redesain Proses Pencetakan Anoda Tembaga Melalui Inovasi Teknologi Casting Wheel” dikategorikan sebagai perubahan sub-sistem, karena inovasi ini tidak hanya mencakup efisiensi di dalam proses produksi, tetapi juga memberikan dampak terhadap optimalisasi rantai nilai dan pengurangan dampak lingkungan secara lebih luas. Penggantian mesin Hazellet Caster menjadi Casting Wheel menghasilkan penurunan konsumsi energi listrik sebesar 41%, sekaligus meningkatkan kapasitas produksi anoda tembaga sebesar 25%, yang mencerminkan efisiensi penggunaan sumber daya. Inovasi ini mendukung prinsip *life cycle thinking* karena menurunkan jejak emisi karbon yang dihasilkan dari kebutuhan energi tinggi dalam sistem lama, sehingga memberikan kontribusi terhadap hasil penilaian dampak daur hidup (*Life Cycle Assessment/LCA*) di luar proses manufaktur inti.

Apabila ditinjau dari LCA, inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses produksi (*production*) melalui upaya minimisasi atau efisiensi energi (*Energy Minimized*). 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 efisiensi energi sehingga tidak banyak aset atau kapasitas energi yang terbuang pada mesin pencetak di proses casting.

3. Kuantifikasi Informasi Efisiensi Energi

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa efisiensi energi sebesar 16.564,875 GJ pada tahun 2024.

Hasil absolut

= Konsumsi Listrik Sebelum Program – Konsumsi Listrik Setelah Program

= $(8.370.024,771 \text{ kWh} - 3.768.670,673 \text{ kWh}) \times 0,0036 \text{ GJ/kWh}$

= $4.601.354,097 \text{ kWh} \times 0,0036 \text{ GJ/kWh}$

= 16.564,875 GJ

4. Kuantifikasi Penghematan atau Penurunan Biaya

Inovasi ini memberikan dampak penghematan atau penurunan biaya sebesar **Rp6.902.031.146,23** pada tahun 2024.

Penghematan

= Hasil Absolut Efisiensi Energi x Harga Listrik per kWh

= $4.601.354,097 \text{ kWh} \times \text{Rp}1.500,00 \text{ per kWh}$

= Rp6.902.031.146,23

5. Nilai Tambah Inovasi

Program inovasi **“Redesain Proses Pencetakan Anoda Tembaga Melalui Inovasi Teknologi Casting Wheel”** juga memberikan nilai tambah dalam aspek layanan produk, yaitu melalui peningkatan kinerja produksi yang secara langsung berdampak pada kualitas dan kontinuitas layanan kepada pelanggan. Penggantian mesin Hazellet Caster dengan Casting Wheel menghasilkan proses produksi yang lebih stabil, cepat, dan efisien, sehingga meningkatkan kapasitas produksi anoda tembaga sebesar 25%, yaitu mencapai rata-rata 33.189,838 ton/bulan.

Peningkatan kapasitas ini memungkinkan PT Smelting untuk memenuhi permintaan pelanggan secara lebih andal dan tepat waktu, sekaligus menjaga kualitas produk secara konsisten. Dengan produksi yang lebih efisien dan emisi yang lebih rendah, perusahaan juga memberikan nilai tambah berupa produk yang lebih berkelanjutan, yang menjadi preferensi pasar global saat ini. Hal ini berkontribusi pada peningkatan kepuasan pelanggan, karena mereka memperoleh produk yang tidak hanya berkualitas tinggi, tetapi juga diproduksi dengan mempertimbangkan aspek keberlanjutan dan tanggung jawab lingkungan.

6. Dokumentasi Pelaksanaan Inovasi



Hazellet Caster (Sebelum Program)



Wheel Casting (Setelah Program)

7. Kontribusi Terhadap Capaian SDG's

Kontribusi program Redesain Proses Pencetakan Anoda Tembaga Melalui Inovasi Teknologi Casting Wheel terhadap capaian SDGs dalam mewujudkan Tujuan 7 Menjamin akses energi yang terjangkau, andal, berkelanjutan dan modern untuk semua, dengan target sasaran 7.3 yaitu pada tahun 2030, melakukan perbaikan efisiensi energi di tingkat global sebanyak dua kali lipat. Serta Indikator 7.3.1* intensitas energi primer.

SMART-DUCT: *Smelter Airflow Redesign Using Equal Friction Method for Emission Reduction*

1. Deskripsi Teknis Inovasi

a. Permasalahan Awal

Dalam rangka menaikkan kapasitas produksi dari 1 juta ton menjadi 1,3 juta ton konsentrat tembaga ($\text{Cu} = 25\%$) setiap tahunnya, PT Smelting melakukan ekspansi yang keempat dari tahun 2022 hingga 2024. Serangkaian modifikasi dan perubahan dilakukan pada berbagai fasilitas untuk menunjang kepentingan tersebut. Naiknya jumlah konsentrat tembaga sebanding dengan gas hasil peleburan kaya SO_2 yang dihasilkan, sebesar $10.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ atau sekitar 15% dari kuantitas gas buang awal. Gas hasil peleburan dari Mitsubishi Furnace baik dari tungku S (tungku peleburan/smeltering) dan tungku C (tungku konversi/ converting) akan dialirkan menuju ke pabrik asam sulfat. Kenaikan gas buang ini harus diimbangi dengan modifikasi peralatan di area gas buang agar tarikan di kedua tungku dapat optimal.

Dalam operasinya, gas buang dari tungku S memiliki jumlah yang jauh lebih besar dari tungku C. Pemodelan *duct* yang tepat harus dilakukan sedemikian hingga dengan tarikan pusat yang sama dari *booster fan*, tarikan/*draft* di kedua tungku dapat terjaga negatif sehingga tidak ada gas buang yang teralirkan dan mencemari udara sekitar lingkungan kerja.



Selama operasi tahun-tahun sebelumnya tarikan di kedua tungku selalu tidak sama. Akibatnya *draft* menjadi salah satu pembatas operasi pabrik peleburan PT Smelting.

b. Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi

Asal usul ide perubahan atau inovasi berasal dari gagasan Tim Penurunan Emisi untuk menentukan ukuran *goose neck duct* tungku S dan tungku C pada Pabrik Peleburan PT Smelting sehingga kapasitas produksi dapat berjalan optimal setelah ekspansi keempat PT Smelting. Hal ini juga berpengaruh positif terhadap aspek lingkungan, sebab *draft* di masing-masing tungku dapat terjaga dengan baik tanpa mengemisikan gas buang berbahaya seperti SO₂ ke lingkungan kerja.

Program Inovasi “**SMART-DUCT**” merupakan **pionir yang belum ditemukan dalam industri sejenis** berdasarkan **Buku Best Practice dan Inovasi Tahun 2021, 2022, dan 2023** yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

c. Perubahan yang Dilakukan dari Sistem Lama

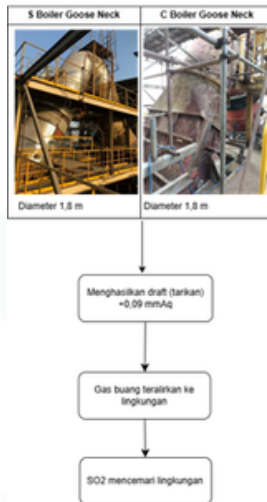
Sebelum program, Naiknya kapasitas produksi konsentrat tembaga (Cu) sebesar 25% sebanding dengan gas hasil peleburan seperti SO₂ sebesar 10.000 Nm³/h atau sekitar 15% dari kuantitas gas buang awal. Hal ini disebabkan karena gas buang hasil peleburan dari Mitsubishi Furnace baik dari



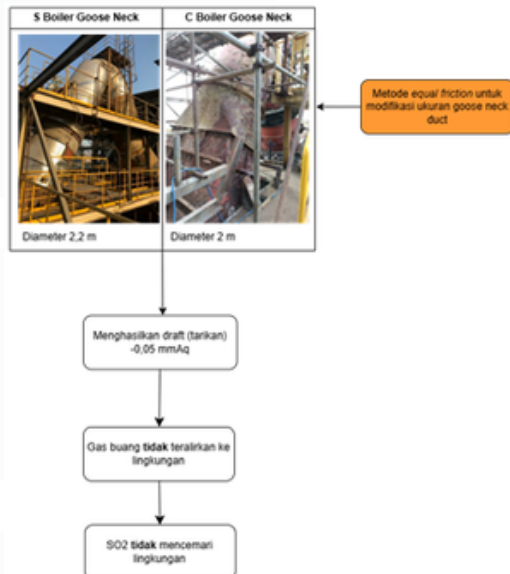
tungku S (tungku peleburan/*smelting*) dan tungku C (tungku konversi atau *converting*) akan dialirkan menuju ke pabrik asam sulfat. Dalam operasinya, gas buang dari tungku S memiliki jumlah yang jauh lebih besar dari tungku C sehingga dihasilkan tarikan dari *booster fan* yang berbeda/positif yang berakibat mengalirnya gas buang ke sekitar lingkungan kerja.

Setelah program, penentuan ukuran *goose neck duct* tungku S dan tungku C pada Pabrik Peleburan PT Smelting setelah proses ekspansi dilakukan dengan menggunakan metode *equal friction method* yang mempertimbangkan bentuk *duct*, ukuran *duct*, dan laju alir gas buang guna mengukur tekanan differensial di setiap titik-titik peralatan gas buang. Dari serangkaian perhitungan, didapatkan bahwa ukuran *goose neck duct* tungku S adalah 2,2 meter, sedangkan tungku C adalah 2 meter. Dengan modifikasi ini, tarikan di tungku S dan tungku C akan cenderung seimbang. Alhasil, tarikan di salah satu tungku (*draft*) tidak lagi menjadi pembatas operasi pabrik peleburan sehingga ekspansi PT Smelting diharapkan berjalan optimal. Hal ini juga berpengaruh positif terhadap aspek lingkungan, sebab *draft* di masing-masing tungku dapat terjaga dengan baik tanpa mengemisikan gas buang berbahaya kaya SO_2 sebesar $10.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ atau sekitar 15% dari kuantitas gas buang awal ke lingkungan kerja.

d. Gambaran Skematis Inovasi yang Dilakukan



Gambar 1 Skema Sebelum Program



Gambar 2 Skema Setelah Program

2. Tipe Inovasi

Program inovasi “**SMART-DUCT: Smelter Airflow Redesign Using Equal Friction Method for Emission Reduction**” dikategorikan sebagai perubahan sub-sistem, karena inovasi ini tidak hanya berfokus pada efisiensi teknis di dalam fasilitas produksi, tetapi juga memberikan dampak yang lebih luas terhadap keberlanjutan operasi dan pengurangan risiko lingkungan. Melalui modifikasi *goose neck duct* di pabrik peleburan menghasilkan sistem aliran gas yang lebih stabil dan terkendali, sehingga konsentrasi SO_2 yang dilepaskan tetap berada dalam batas aman dan tidak mengganggu jalannya proses produksi untuk ekspansi PT Smelting. Modifikasi ini menggunakan metode *equal friction* yang dapat mengurangi emisi SO_2 dari gas buang yang dihasilkan dari naiknya jumlah konsentrat tembaga. Dengan aliran yang lebih teratur, perusahaan mampu mencegah potensi penghentian operasi akibat akumulasi SO_2 berlebih, sekaligus menjaga kesinambungan kapasitas produksi. Inovasi ini juga mencerminkan efisiensi pemanfaatan infrastruktur yang ada, karena proses pengendalian dilakukan dengan pendekatan teknis sederhana namun memberikan dampak signifikan

Apabila ditinjau dari LCA, inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses Produksi (*Production*) melalui upaya minimisasi atau efisiensi energi (*Energy Minimized*), sehingga juga menyebabkan penurunan emisi yang dihasilkan oleh perusahaan.

Selain itu, apabila ditinjau dari *Four Types of Wasted Value*, inovasi ini berada di siklus *Logistics* untuk mencegah terbentuknya *wasted lifecycles* yaitu melalui modifikasi *goose neck duct* sehingga menurunkan beban emisi konvensional di perusahaan.

3. Kuantifikasi Informasi Efisiensi Energi

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa penurunan beban emisi konvensional (SO_2) sebesar 1.115,356 Ton SO_2 pada tahun 2024.

Hasil absolut Penurunan Emisi =

Fraksi Gas SO_2 yang Keluar x Total Emisi Gas SO_2

Volume Gas SO_2

= Kandungan Gas SO_2 x Volume Total Udara

= $13\% \times 4.182,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$

= $543,660 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Emisi Gas SO_2

= Volume Gas SO_2 x Berat Molekul SO_2 : Konstanta Vol Gas

= $(543,660 \text{ Nm}^3/\text{h} \times 64,070 \text{ g/mol}) : 22,400 \text{ L/mol}$

= $1.555,013 \text{ kg/h}$

Fraksi Gas SO_2 yang Keluar

= Pressure Furcane : Total Pressure x 100%

= $0,883 \text{ Pa} : 101.325,000 \text{ Pa} \times 100\%$

= $0,00087\%$

Gas SO₂ yang Keluar dari Furnace

$$\begin{aligned} &= \text{Fraksi Gas SO}_2 \text{ yang Keluar} \times \text{Total Emisi Gas SO}_2 \\ &= 0,00087\% \times 1.555,013 \text{ kg/h} \\ &= 1,355 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Total Penurunan Emisi

$$\begin{aligned} &= \text{Gas SO}_2 \text{ yang Keluar dari Furnace} \times \text{Jumlah Jam Operasional} \\ &\quad \times \text{Jumlah Hari dalam Setahun} \times \text{Persentase Availability} \\ &= 1,355 \text{ kg/h} \times 24 \text{ jam} \times 365 \text{ hari} \times 94\% \\ &= 1.115.355,612 \text{ kg/h} \\ &= 1.115,356 \text{ Ton SO}_2 \end{aligned}$$

4. Kuantifikasi Penghematan atau Penurunan Biaya

Inovasi ini memberikan dampak penghematan yang didekati dari nilai jual *carbon trading* dan *damage cost emission*, dengan total penghematan sebesar **Rp37.196.797,37** pada tahun 2024.

Penghematan

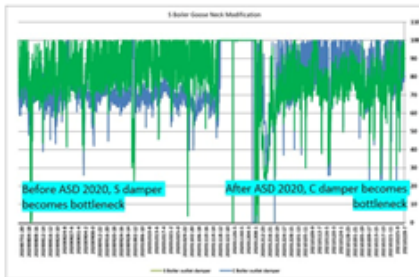
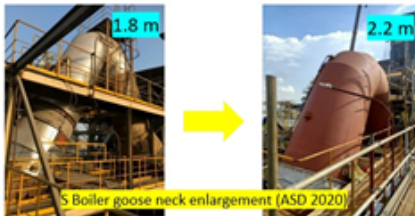
$$\begin{aligned} &= \text{Hasil absolut penurunan emisi} \times \text{Carbon Trading/Ton SO}_2 \\ &= 1.115,356 \text{ Ton SO}_2 \times \text{Rp33.349,72/Ton SO}_2 \\ &= \text{Rp37.196.797,37} \end{aligned}$$

5. Nilai Tambah Inovasi

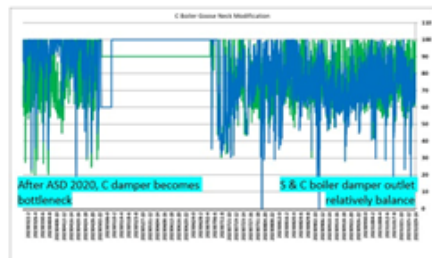
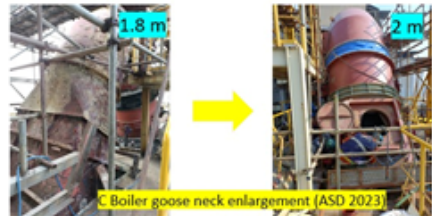
Program inovasi “**SMART-DUCT: *Smelter Airflow Redesign Using Equal Friction Method for Emission Reduction***” memberikan nilai tambah dalam aspek layanan produk, yaitu melalui peningkatan kinerja produksi yang secara langsung berdampak pada kualitas dan kontinuitas layanan kepada pelanggan. Melalui penyesuaian diameter duct, aliran gas buang dapat lebih terkontrol sehingga konsentrasi SO_2 yang dilepaskan tetap berada pada batas aman. Pengendalian emisi ini berdampak langsung terhadap stabilitas operasi, karena kadar SO_2 yang berlebih berpotensi mengganggu proses dan bahkan menghentikan jalannya produksi. Dengan sistem ventilasi yang lebih terukur, perusahaan mampu menjaga kelancaran proses di pabrik peleburan, sekaligus memastikan kapasitas produksi tetap optimal.

Dengan demikian, program ini tidak hanya memperkuat aspek kinerja produksi, tetapi juga meningkatkan kepuasan pelanggan yang memperoleh produk berkualitas tinggi, diproduksi secara konsisten, serta didukung oleh praktik yang bertanggung jawab terhadap lingkungan.

6. Dokumentasi Pelaksanaan Inovasi



Sebelum Program



Setelah Program

7. Kontribusi Terhadap Capaian SDG's

Kontribusi program SMART-DUCT: *Smelter Airflow Redesign Using Equal Friction Method for Emission Reduction* terhadap capaian SDGs dalam mewujudkan Tujuan 9 membangun Infrastruktur yang Tangguh, meningkatkan industri inklusif dan berkelanjutan, serta mendorong inovasi, dengan target sasaran 9.4 yaitu pada tahun 2030, meningkatkan infrastruktur dan retrofit industri agar dapat berkelanjutan, dengan peningkatan efisiensi penggunaan sumberdaya dan adopsi yang lebih baik dari teknologi dan proses industri bersih dan ramah lingkungan, yang dilaksanakan semua negara sesuai kemampuan masing - masing. Serta Indikator 11.6.2 (b) tentang indeks kualitas udara.

Air CASOX Pit: Make-UP ke Acid Plant Drain Tank Gas Cleaning Section PT SMELTING

1. Deskripsi Teknis Inovasi

a. Permasalahan Awal

PT Smelting sebagai pelaku industri pengolahan dan pemurnian tembaga memiliki komitmen kuat terhadap efisiensi operasional dan pengelolaan lingkungan. Salah satu permasalahan yang dihadapi di fasilitas pabrik adalah akumulasi air di CASOX Pit yang berasal dari air hujan maupun aktivitas pembersihan rutin. Air ini secara rutin dibuang melalui proses bleed-off ke Emergency Pit dengan volume sekitar 1 m³ per jam, lalu masuk ke sistem pengolahan limbah di Waste Water Treatment Plant (WWTP) sehingga dapat meningkatkan beban air limbah di WWTP, selain itu praktik tersebut mengakibatkan pemborosan air bersih yang digunakan dalam proses produksi, khususnya di bagian Gas Cleaning Section pada pabrik Acid Plant.

Disisi lain, akumulasi air di CASOX Pit tersebut tergolong relatif bersih dan masih berpotensi untuk dimanfaatkan kembali. Oleh karena itu, PT Smelting melakukan program inovasi efisiensi air dengan pemanfaatan Air CASOX Pit sebagai Make-Up Acid Plant Drain Tank Gas Cleaning Section.

b. Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi

Ide efisiensi air berawal dari hasil pengamatan karyawan Karyawan Department Operations PT Smelting terhadap CASOX Pit yang sering terisi oleh air hujan atau air sisa aktifitas pembersihan rutin melakukan Bleed-Off air ke emergency pit. Air ini kemudian bercampur dengan air limbah lain yang ada di Emergency Pit diolah di Waste Water Treatment Plant dan dampaknya terhadap beban pencemar di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Melalui diskusi internal dan evaluasi operasional, disadari bahwa air ini termasuk air relative bersih dan berdasarkan analisa serta studi dapat digunakan sebagai make-up untuk Gas Cleaning Section di pabrik Acid Plant tersebut sebenarnya masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan dalam proses produksi. Dengan mempertimbangkan kebutuhan air make-up di Acid Plant Gas Cleaning Section yang cukup tinggi, muncul gagasan untuk mengalihkan penggunaan air sebagai sumber make-up water, menggantikan sebagian penggunaan air bersih. Ide inovasi ini diperkuat melalui studi teknis dan pengalaman lapangan, serta sejalan dengan komitmen PT Smelting untuk meningkatkan efisiensi sumber daya, mengurangi beban pengolahan limbah, dan mendukung prinsip-prinsip keberlanjutan dalam operasional perusahaan.

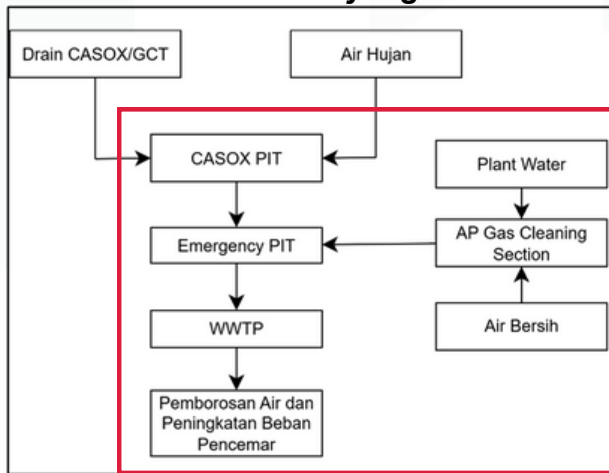


Program Inovasi “Air CASOX Pit: Make-UP ke Acid Plant Drain Tank Gas Cleaning Section” merupakan pionir yang belum ditemukan dalam industri sejenis berdasarkan Buku Best Practice dan Inovasi Tahun 2021, 2022, dan 2023 yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan

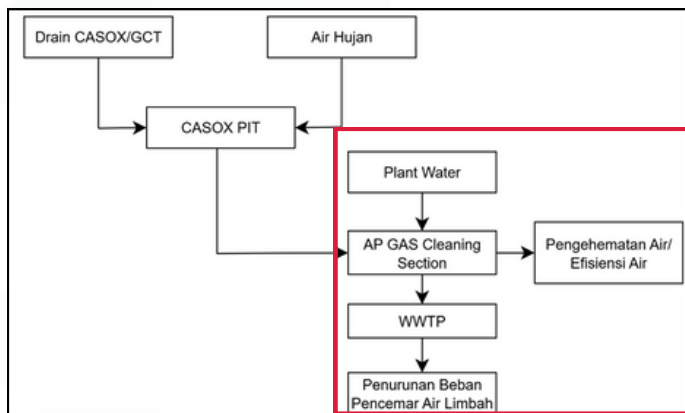
c. Perubahan yang Dilakukan dari Sistem Lama

Sebelum inovasi ini diterapkan, air dari CASOX Pit yang berasal dari air hujan maupun drain aktivitas rutin pembersihan secara langsung dibuang ke Emergency Pit dan kemudian dialirkan ke Waste Water Treatment Plant (WWTP) sebagai limbah cair. Di sisi lain, proses di Gas Cleaning Section pabrik Acid Plant tetap menggunakan air bersih (plant water) secara penuh sebagai make-up water, sehingga menciptakan pemborosan sumber daya sekaligus meningkatkan beban limbah di WWTP. Setelah dilakukan program inovasi, dengan memanfaatkan air CASOX Pit sebagai sumber air make-up. Air dari CASOX Pit kini dialirkan langsung ke Drain Tank di Gas Cleaning Section menggunakan jalur perpipaan baru yang dilengkapi flow meter. Sistem ini dirancang agar volume air yang masuk dari CASOX Pit secara otomatis mengurangi injeksi air bersih, sehingga meningkatkan efisiensi pemakaian air dan mengurangi volume air limbah yang harus diolah WWTP.

d. Gambaran Skematis Inovasi yang Dilakukan



Gambar 1 Skema Sebelum Program



Gambar 1 Skema Setelah Program

2. Tipe Inovasi

Program inovasi “Pemanfaatan Air CASOX Pit Sebagai Make-UP Acid Plant Drain Tank Gas Cleaning Section” dikategorikan sebagai perubahan Sub Sistem, karena perubahan yang dilakukan tidak hanya mempengaruhi pada proses produksi di internal perusahaan tapi juga memberikan perubahan terhadap PT Ote Engineering Indonesia selaku pihak yang melakukan instalasi jaringan pipa untuk menyalurkan air dari CASOX PIT menuju AP Gas Cleaning Section.

Apabila ditinjau dari LCA, Inovasi merupakan Penambahan Komponen yang dilakukan di proses produksi pada kegiatan di Pabrik Asam Sulfat, Selain itu, apabila ditinjau dari Four Types of Wasted Value, Inovasi ini berada di siklus reserve logistic untuk mencegah terbentuknya wasted embedded value yaitu melalui upaya pemanfaatan Air CASOX Pit Sebagai Make-UP Acid Plant Drain Tank Gas Cleaning Section agar tidak banyak air bersih yang terbuang.

3. Kuantifikasi Informasi

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa penurunan konsumsi air dengan perhitungan sebagai berikut:

Contoh perhitungan untuk tahun 2024

- Data konsumsi air Make-UP ke Acid Plant Drain Tank Gas Cleaning Section Tahun 2024

No	Bulan	Konsumsi Air	Satuan
1	Januari	0	m ³
2	Februari	0	m ³
3	Maret	0	m ³
4	April	0	m ³
5	Mei	0	m ³
6	Juni	0	m ³
7	Juli	2.023	m ³
8	Agustus	2.023	m ³
9	September	1.223	m ³
10	Oktober	1.963	m ³
11	November	1.693	m ³
12	Desember	1.783	m ³

4. Kuantifikasi Penghematan atau Penurunan Biaya

Inovasi ini memberikan dampak penghematan atau penurunan biaya Rp129.574.000,00 pada tahun 2024. Perhitungan penghematan dari inovasi ini yaitu sebagai berikut:

Penghematan

= Hasil absolut x Biaya air bersih

= $10.709 \text{ m}^3 \times \text{Rp}12.100,00/\text{m}^3$

= Rp129.574.060,00

5. Nilai Tambah Inovasi

Inovasi ini memberikan nilai tambah yang signifikan bagi PT Smelting, baik dari sisi operasional, lingkungan, maupun keberlanjutan usaha. Secara operasional, inovasi ini mengurangi ketergantungan terhadap air bersih, sehingga dapat menekan biaya penggunaan air dalam proses produksi. Dari sisi lingkungan, inovasi ini berdampak positif dengan menurunkan volume air limbah yang harus diolah di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), sehingga memperkecil potensi pencemaran dan mendukung efisiensi sistem pengelolaan limbah perusahaan. Selain itu, secara strategis, inovasi ini memperkuat posisi PT Smelting sebagai perusahaan yang berkomitmen terhadap prinsip keberlanjutan (*sustainability*) dan tanggung jawab sosial lingkungan. Nilai tambah lain yang dihasilkan adalah terciptanya budaya inovatif di internal perusahaan, di mana karyawan terdorong untuk terus mencari solusi kreatif yang tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga memberikan kontribusi nyata terhadap perlindungan lingkungan.

6. Dokumentasi Pelaksanaan Inovasi



Gambar 1 CASOX Pit & Pump



7. Kontribusi Terhadap Capaian SDG's

Dalam upaya ikut serta dalam kontribusi terhadap capaian SGD's, Inovasi Air CASOX Pit: Make-UP ke Acid Plant Drain Tank Gas Cleaning Section PT SMELTING ikut berkontribusi dalam upaya mewujudkan tujuan poin 6 yaitu Menjamin Ketersediaan serta Pengelolaan Air Bersih dan Sanitasi yang Berkelanjutan untuk Semua dengan target SDG's poin 6.4 yaitu pada tahun 2030, secara signifikan meningkatkan efisiensi penggunaan air di semua sektor, dan menjamin penggunaan dan pasokan air tawar yang berkelanjutan untuk mengatasi kelangkaan air, dan secara signifikan mengurangi jumlah orang yang menderita akibat kelangkaan air. Kemudian indikator poin 6.4.1 yang merupakan perubahan efisiensi penggunaan air dari waktu ke waktu.



TAP-Brick (Tappered Brick Installation Program)

1. Deskripsi Teknis Inovasi

a. Permasalahan Awal

Wet scrubber pada smelter plant merupakan salah satu alat pengendali pencemaran udara sebelum emisi udara dialirkan melalui stack/cerobong. Emisi gas yang melalui wet scrubber mencapai suhu ± 200 °C karena menerima emisi gas buang dari pengeringan konsentrat tembaga, sehingga diperlukan pemasangan brick (batu tahan api) pada dinding wet scrubber untuk menahan gas panas. Pemasangan brick tersebut dilakukan dengan metode straight type yaitu metode pemasangan brick, di mana lebar bagian depan dan lebar bagian belakang mempunyai nilai yang sama yaitu 114 mm.

Namun dalam keberjalanannya metode pemasangan tersebut kurang efektif dikarenakan brick mudah terlepas dan jatuh sehingga brick menjadi rusak dan tidak bisa digunakan kembali. Hal tersebut dapat meningkatkan timbulan limbah B3 berupa refraktori bekas. Oleh karena itu, untuk mengurangi refraktori tersebut, PT Smelting menggunakan “***TAP-Brick (Tapered Brick Installation Program)***” yaitu penggantian metode pemasangan brick dari straight type menjadi tapered type untuk mengurangi timbulan dari refraktori bekas.

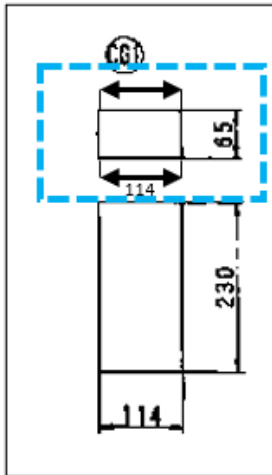
b. Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi

Asal usul ide perubahan atau inovasi berasal dari gagasan karyawan enviro yang diperoleh dari hasil observasi, uji coba, dan pengamatan terkait tingginya refraktori bekas di *wet scrubber* pada *smelter plant*.

Program Inovasi “**TAP-Brick (Tapered Brick Installation Program)**” merupakan sebuah pionir yang tidak ditemukan dalam industri sejenis berdasarkan Buku Best Practice tentang Inovasi Pengelolaan Lingkungan Hidup Tahun 2020, 2021, 2022, 2023, dan 2024 yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

c. Perubahan yang Dilakukan dari Sistem Lama

Kondisi sebelum program, pemasangan brick pada dinding *wet scrubber* menggunakan *straight type* seperti pada Gambar 1, dimana lebar bagian depan dan lebar bagian belakang mempunyai nilai yang sama yaitu 114 mm. Pemasangan brick menggunakan *straight type* memiliki kelemahan yaitu brick mudah terlepas dan jatuh sehingga brick menjadi rusak dan tidak bisa digunakan kembali seperti pada Gambar 2. Brick yang rusak ini menjadi limbah B3 berupa refraktori bekas (B417). Selama pemasangan brick menggunakan *straight type*, sebanyak 118 brick telah terlepas di dinding *wet scrubber smelter*.



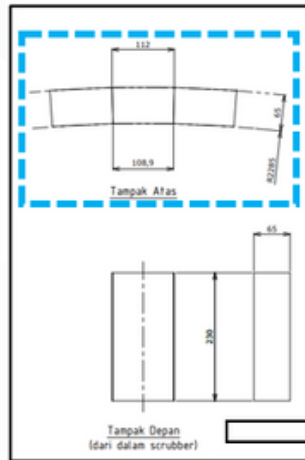
Gambar 1 Pemasangan brick menggunakan *brick* menggunakan *straight type*



Gambar 2 *Brick* yang terlepas dari dinding *wet scrubber smelter*

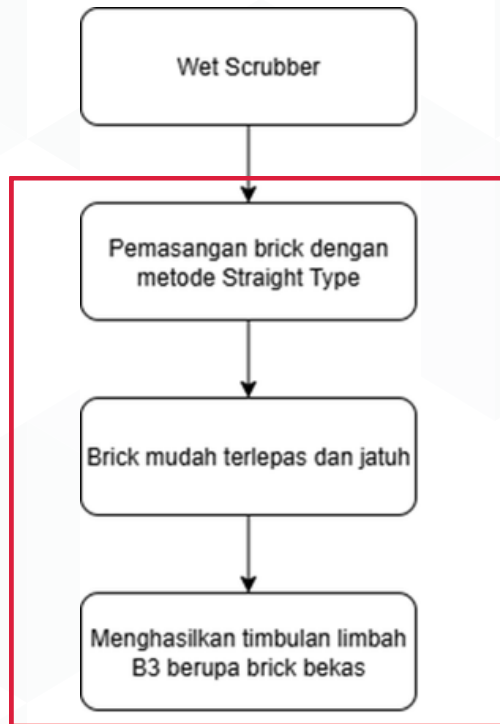
Kondisi setelah program, dilakukan perubahan metode pemasangan brick dari *straight type* menjadi *tapered type*. Metode memasang brick dengan *tapered type* ini lebih cocok diimplentasikan pada tangki berbentuk bulat seperti pada *wet scrubber smelter*. Pemasangan brick dengan *tapered type* pada *wet scrubber smelter* seperti pada Gambar 3, dimana lebar bagian depan brick 108,9 mm dan lebar bagian belakang brick 112 mm. Memasang brick dengan *tapered type* diharapkan dapat meminimalisir brick yang terlepas dan jatuh pada dinding *wet scrubber smelter* karena brick akan saling mengunci.

Setelah implementasi inovasi ini, dilakukan inspeksi sebulan sebanyak 2 kali dan tidak ada lagi ditemukan brick pada dinding wet scrubber smelter yang terlepas dan jatuh. Inovasi ini dapat mengurangi timbulan limbah B3 brick bekas (B417).

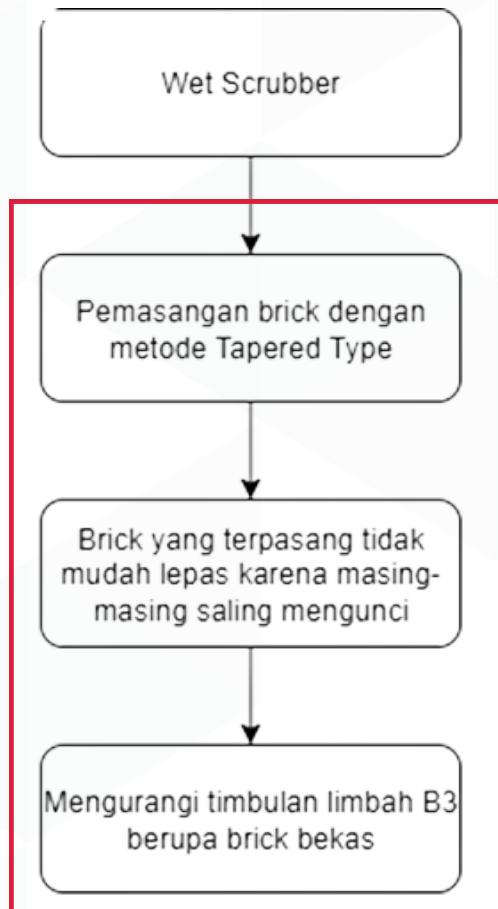


Gambar 3 Pemasangan
brick menggunakan
tapered type

d. Gambaran Skematis Inovasi yang Dilakukan



Skema Sebelum Program



Skema Setelah Program

2. Tipe Inovasi

Program Inovasi “*TAP-Brick (Tapered Brick Installation Program)*” merupakan tipe inovasi **Perubahan Komponen** karena **perubahan yang dilakukan hanya pada proses di internal perusahaan**. Perubahan tersebut berupa perubahan metode pemasangan brick pada dinding wet scrubber smelter dari straight type menjadi tapered type. Pemasangan brick menggunakan straight type memiliki kelemahan yaitu brick mudah terlepas dan jatuh sehingga brick menjadi rusak dan tidak bisa digunakan kembali. Brick yang rusak ini menjadi limbah B3 berupa refraktori bekas (B417). Penggantian menjadi tapered type dapat mengurangi brick yang rusak dan jatuh pada dinding wet scrubber karena brick akan saling mengunci sehingga mengurangi timbulan limbah B3 berupa refraktori bekas (B417).

Apabila ditinjau dari **LCA**, inovasi ini merupakan **program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses production** karena terdapat penggunaan bahan yang lebih aman serta tentunya pengurangan penggunaan bahan B3. Selain itu, apabila ditinjau dari **Four Types of Wasted Value** pada **Circular Business Model**, inovasi ini berada di **siklus design and sourcing untuk mencegah terbentuknya wasted resources** yaitu melalui upaya **penggantian dari bahan kimia B3 menjadi bahan yang aman dan ramah lingkungan**.

3. Kuantifikasi Informasi Pengelolaan Limbah B3

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa **pengurangan limbah B3 sebesar 0,342 ton pada tahun 2024.**

Hasil Absolut

= Data Sebelum Adanya Program – Data Setelah Adanya Program

= Absolut sebelum program – Absolut setelah program

= (Brick yang terlepas x Berat brick) – (Brick yang terlepas x Berat brick)

= (118 Pcs x 2,900 kg) – (0 Pcs x 2,900 kg)

= 342,200 kg – 0,000 kg

= 342,200 kg $\approx$ 0,342 Ton

4. Kuantifikasi Penghematan atau Penurunan Biaya

Inovasi ini memberikan dampak penghematan atau penurunan biaya **Rp 95.536.880,00 pada tahun 2024.** Perhitungan penghematan dari inovasi ini yaitu sebagai berikut:

Penghematan

= (Hasil absolut x Biaya pengelolaan) + Biaya Transportasi

= (0,342 Ton x Rp 400.000,00) + Rp 10.000.000,00 + ((118 x Rp 300.000,00) + Rp 50.000.000,00)

= Rp 95.536.880,00

5. Nilai Tambah Inovasi

Inovasi ini memiliki nilai tambah **Perubahan Perilaku** dengan **mendorong karyawan perusahaan untuk lebih peduli terkait upaya pengurangan limbah B3 (manfaat untuk perusahaan) melalui pengurangan penggunaan brick untuk mencegah timbulan refraktori bekas dari brick yang rusak pada proses pengurangan jumlah brick serta berkurangnya timbulan limbah B3 yang dihasilkan oleh perusahaan (manfaat untuk lingkungan)**

6. Dokumentasi Pelaksanaan Inovasi



Sebelum Program



Setelah Program

7. Kontribusi Terhadap Capaian SDG's

Inovasi *TAP-Brick (Tapered Brick Installation Program)* ikut berkontribusi pada SDGs dengan tujuan “12. Menjamin Pola Produksi dan Konsumsi yang Berkelanjutan” dengan target TPB/SDGs 12.4 Pada tahun 2020 mencapai pengelolaan bahan kimia dan semua jenis limbah yang ramah lingkungan, di sepanjang siklus hidupnya, sesuai kerangka kerja internasional yang disepakati dan secara signifikan mengurangi pencemaran bahan kimia dan limbah tersebut ke udara, air, dan tanah untuk meminimalkan dampak buruk terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, serta dengan indikator “12.4.2.a Jumlah limbah B3 yang terkelola dan proporsi limbah B3 yang diolah sesuai peraturan perundangan (sektor industri)”.

LIFE-PIPE

(Lifetime Improvement using ceramic For Enhanced lance Pipe Endurance)

1. Deskripsi Teknis Inovasi

a. Permasalahan Awal

Pipa C Lance pada Smelter Plant merupakan salah satu komponen penting yang berfungsi untuk menginjeksikan limestone dan gas alam ke dalam C furnace sebagai bagian dari proses peleburan. Dalam proses operasinya, pipa C lance menerima paparan langsung dari material abrasif bersuhu tinggi, sehingga mengalami keausan terutama pada bagian ujung pipa. Saat ini, pipa C lance hanya memiliki umur pakai sekitar 9 hari, sehingga diperlukan penggantian secara rutin. Hal ini menjadi permasalahan karena harga pipa C lance cukup mahal dan frekuensi penggantian yang tinggi berdampak pada peningkatan biaya operasional serta potensi timbunan limbah B3 dari pipa bekas pakai.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, PT Smelting melakukan inovasi melalui program “Penambahan Lapisan Ceramic Paste Pada Ujung Pipa C Lance” yaitu dengan melapisi bagian dalam ujung pipa sepanjang 20 cm dengan ceramic paste setebal 1,5 cm. Ceramic paste dipilih karena memiliki sifat tahan terhadap gesekan dan abrasi dari material panas, sehingga dapat memperpanjang umur pakai pipa.



Uji coba yang dilakukan pada bulan Januari 2024 terhadap pipa C lance 2-1 menunjukkan hasil yang positif, yaitu peningkatan umur pakai dari 9 hari menjadi 20 hari. Inovasi ini diharapkan tidak hanya dapat mengurangi frekuensi penggantian pipa dan biaya, tetapi juga mengurangi timbulan limbah B3 berupa pipa C lance bekas

b. Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi

Asal usul ide perubahan atau inovasi berasal dari gagasan karyawan enviro yang diperoleh dari hasil observasi, uji coba, dan pengamatan terkait tingginya timbulan logam pada *smelter plant*.

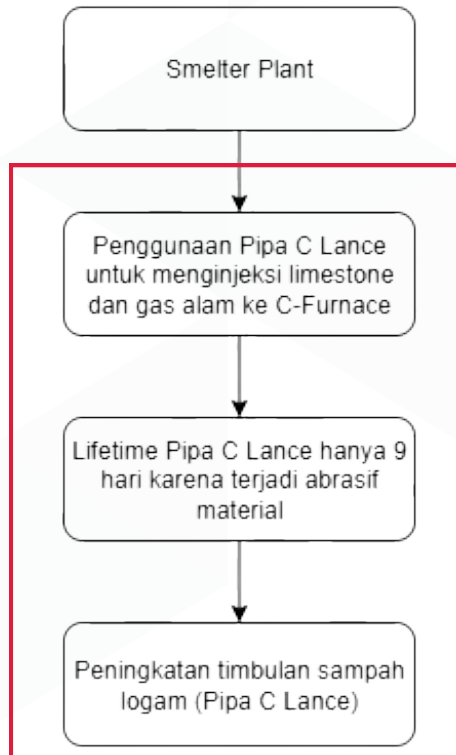
Program Inovasi ***"LIFE-PIPE (Lifetime Improvement using ceramic For Enhanced lance Pipe Endurance)"*** merupakan sebuah pionir yang tidak ditemukan dalam industri sejenis berdasarkan Buku Best Practice tentang Inovasi Pengelolaan Lingkungan Hidup Tahun 2020, 2021, 2022, 2023, dan 2024 yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

c. Perubahan yang Dilakukan dari Sistem Lama

Pipa C Lance adalah pipa yang digunakan dalam proses pengumpanan menuju ke C furnace. Pipa C Lance akan dialiri udara yang diperkaya oksigen yang kemudian bercampur dengan fluks (batu kapur, C slag, sludge) dengan kecepatan 100-120 m/s yang diarahkan ke dalam furnace dengan jarak 700 mm dari level lelehan furnace. Kondisi sebelum program, pipa C lance selalu berganti setiap sembilan hari sekali karena abrasif material. Karena harga C lance dianggap cukup mahal, maka dilakukan kajian untuk menambah lifetime.

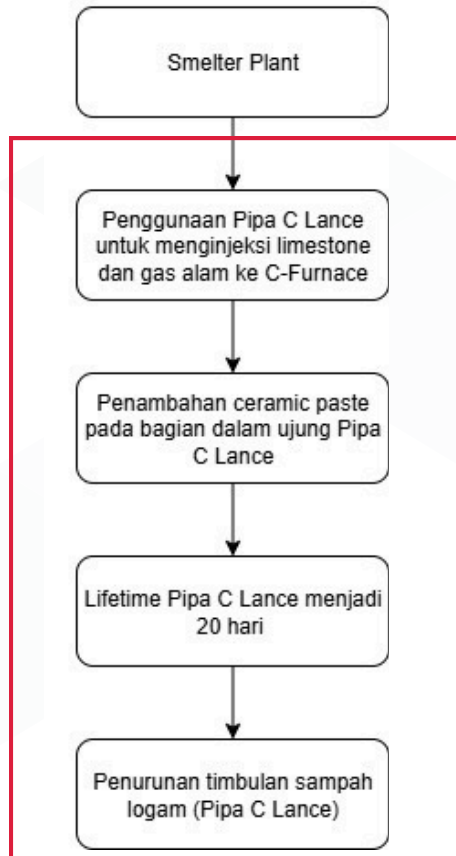
Kondisi setelah program, dilakukan sebuah uji coba dengan menambahkan ceramic paste pada bagian dalam ujung pipa C lance 2-1 sepanjang 20 cm dengan ketebalan 1,5 cm. Dari hasil uji coba yang dilakukan, pemasangan pipa C-lance dengan tambahan ceramic paste mempunyai lifetime 20 hari.

d. Gambaran Skematis Inovasi yang Dilakukan



Skema Sebelum Program

d. Gambaran Skematis Inovasi yang Dilakukan



Skema Setelah Program



2. Tipe Inovasi

Program Inovasi *LIFE-PIPE (Lifetime Improvement using ceramic For Enhanced lance Pipe Endurance)* merupakan tipe inovasi Perubahan Komponen karena perubahan yang dilakukan hanya pada proses di internal perusahaan. Perubahan tersebut berupa adanya pelapisan menggunakan ceramic paste pada bagian dalam pipa C lance yang digunakan untuk mengurangi gesekan komponen yang bergerak dan memberikan perlindungan efektif terhadap *abrasive material*. Kerusakan yang sering terjadi pada ujung dari C lance, sehingga ceramic paste hanya diimplementasikan pada ujung C lance. Pemasangan pipa C lance dengan lapisan *ceramic paste* mempunyai lifetime lebih panjang dibandingkan pipa C lance tanpa lapisan ceramic paste sehingga akan mengurangi timbulan limbah non B3 berupa logam.

Apabila ditinjau dari LCA, inovasi ini merupakan **program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses waste melalui proses pelapisan dengan ceramic paste**. Selain itu, apabila ditinjau dari *Four Types of Wasted Value* pada *Circular Business Model*, inovasi ini berada di **siklus end-of-use recycling untuk mencegah terbentuknya wasted embedded value** yaitu melalui upaya **pelapisan ceramic paste pada pipa C lance untuk memperpanjang lifetime**.

3. Kuantifikasi Informasi 3R Limbah Padat Non B3

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa **3R limbah padat non B3 sebesar 2,677 ton pada tahun 2024.**

Hasil Absolut

a. Data Sebelum Adanya Program

- = Jumlah penggantian pipa C lance sebelum program
- = Jumlah hari dalam setahun / Lifetime C Lance
- = 365 hari / 9 hari/pcs
- = 40,556 pcs $\approx$ 41 pcs
- = Limbah non B3 yang dihasilkan sebelum program
- = Jumlah pergantian pipa C lance x pipa C lance
- = 41 pcs x 0,12 ton/pcs
- = 4,867 ton

b. Data Setelah Adanya Program

- = Jumlah penggantian pipa C lance sebelum program
- = Jumlah hari dalam setahun / Lifetime C Lance
- = 365 hari / 20 hari/pcs
- = 18,250 pcs $\approx$ 18 pcs
- = Limbah non B3 yang dihasilkan sebelum program
- = Jumlah pergantian pipa C lance x pipa C lance
- = 18 pcs x 0,12 ton/pcs
- = 2,190 ton

c. Hasil Absolut 3R Limbah Padat Non B3

= Data sebelum program - Data setelah adanya program

= 4,867 ton – 2,190 ton

= 2,677 ton

4. Kuantifikasi Penghematan atau Penurunan Biaya

Inovasi ini memberikan dampak penghematan atau penurunan biaya **Rp132.631.911,50** pada tahun 2024. Perhitungan penghematan dari inovasi ini yaitu sebagai berikut:

Contoh perhitungan tahun 2024

Penghematan

= Pengurangan konsumsi pipa C lance x Harga pipa C lance

= 22 pcs x Rp5.946.138,00

= Rp132.631.911,50

5. Nilai Tambah Inovasi

Inovasi ini memiliki nilai tambah **Perubahan Perilaku** dengan **mendorong karyawan perusahaan untuk lebih peduli terkait upaya 3R Limbah Padat Non B3 (manfaat untuk perusahaan)** melalui pelapisan dengan ceramic paste untuk memperpanjang lifetime pipa C lance sehingga mengurangi timbunan logam yang dihasilkan oleh perusahaan (manfaat untuk lingkungan).

6. Dokumentasi Pelaksanaan Inovasi



Pipa C Lance tanpa Ceramic Paste
(Sebelum Program)



Pipa C Lance dengan tambahan
Ceramic Paste
(Setelah Program)

7. Kontribusi Terhadap Capaian SDG's

Inovasi *LIFE-PIPE (Lifetime Improvement using ceramic For Enhanced lance Pipe Endurance)* ikut berkontribusi terhadap capaian SDG's dalam upaya mewujudkan tujuan poin 12 yaitu Menjamin Pola Produksi dan Konsumsi yang Berkelanjutan dengan target SDG's poin 12.5 yaitu pada tahun 2030, secara substansial mengurangi produksi limbah melalui pencegahan, pengurangan, daur ulang, dan penggunaan kembali. Kemudian indikator poin 12.5.1.a yaitu jumlah timbulan sampah yang didaur ulang.



DAFTAR ISI

Metcalf & Eddy. 2003. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse. Forth Edition. New York: McGraw Hill.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Peraturan Pemerintah Nomor 70 tahun 2009 tentang Konservasi Energi.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara Dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beacun

Tillman, Glenn M. 1992. Primary Treantment at Wastewater Treatment Plants. USA: Lewis Publisers.

