



ONE STEP AT A TIME :

The Journey Starts Today



Authored by :

Fitria Umi Fauziyah, Erlia, Maya Soraya,
Laely Rahmawati, Pontie Wendrawati



ONE STEP AT A TIME :

The Journey Starts Today



Authored by :

Fitria Umi Fauziyah, Erlia, Maya Soraya,
Laely Rahmawati, Pontie Wendrawati

One Step At A Time :

The Journey Starts Today

Penulis : Fitria Umi Fauziyah, Erlia, Maya Soraya, Laely
Rahmawati, Pontie Wendrawati

ISBN :

Desain Sampul dan Tata Letak:

Sophia Alvin Nurina Yulia Masladen

Editor :

Sophia Alvin Nurina Yulia Masladen

Penerbit:

PT SUCOFINDO (PERSERO)

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

Cetakan Pertama, Tahun 2026

Buku ini diterbitkan oleh PT SUCOFINDO (PERSERO) bekerja
sama dengan PT TIMAH Tbk Divisi Pengolahan dan Peleburan
Mentok

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak
dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari
penerbit

HAK CIPTA

Sanksi Pelanggaran Pasal 27 UU Nomor 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 Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/ atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa yang 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 Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga buku berjudul *“One Step At A Time: The Journey Starts Today”* dapat tersusun dengan baik. Buku ini memuat berbagai inovasi yang berfokus pada peningkatan program perlindungan serta pengelolaan lingkungan yang dilaksanakan di lingkungan operasional. Setiap bab dalam buku ini menggambarkan berbagai upaya dalam menjawab tantangan global melalui solusi yang kreatif, inovatif, dan berkelanjutan.

Inovasi tidak hanya dipandang sebagai penciptaan produk atau layanan baru, tetapi juga sebagai bagian dari tanggung jawab sosial dan lingkungan. Melalui berbagai program berkelanjutan, upaya untuk memberikan dampak positif bagi lingkungan sekitar dan masyarakat terus dikembangkan, sekaligus menjaga keberlangsungan kegiatan operasional.

Buku ini menjadi wujud nyata dari komitmen dalam menerapkan prinsip keberlanjutan pada berbagai aspek kegiatan operasional. Hal ini mencakup pemanfaatan energi terbarukan, pengelolaan limbah yang bertanggung jawab, serta upaya mengintegrasikan teknologi ramah lingkungan dan inovasi hijau ke dalam strategi operasional.

Selain menghadirkan berbagai inovasi, buku ini juga menjadi dokumentasi atas proses, kolaborasi, dan pembelajaran yang telah dilakukan dalam mewujudkan perbaikan berkelanjutan. Setiap inovasi lahir dari upaya untuk mengidentifikasi



permasalahan, menemukan peluang perbaikan, serta menghasilkan solusi yang memberikan manfaat nyata bagi lingkungan, masyarakat, dan keberlangsungan operasional. Melalui semangat kolaborasi dan keterlibatan berbagai pihak, langkah-langkah kecil yang dilakukan secara konsisten diharapkan mampu memberikan perubahan yang lebih besar dan berkelanjutan.

Semoga buku ini dapat menghadirkan wawasan yang bermanfaat serta memperkuat keyakinan bahwa melalui kerja keras, inovasi, dan kolaborasi, masa depan yang berkelanjutan dapat tercapai.

Mentok, Juni 2026

Tim Penulis

DAFTAR ISI

PROFIL PERUSAHAAN	1
VISI, MISI, DAN BUDAYA PERUSAHAAN.....	8
PROSES BISNIS PERUSAHAAN.....	12
PENGHARGAAN DAN SERTIFIKASI.....	18
FLARE	21
TIME'S UP	28
SI MANIS	36
`HORIZON	44
DELTA.....	52
DAFTAR PUSTAKA	61

PROFIL PERUSAHAAN



PT TIMAH TBK

Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang berdiri sejak 2 Agustus 1976 dan bergerak di bidang pertambangan timah. Merupakan perusahaan publik sejak tahun 2995 sebagai bagian dari MIND ID.

Sebagai salah satu produsen dan eksportir timah terkemuka di Indonesia, PT TIMAH Tbk menjalankan bisnis pertambangan timah yang terintegrasi, mulai dari kegiatan eksplorasi, penambangan, pengolahan, hingga pemasaran produk timah. Perusahaan memiliki Izin Usaha Pertambangan (IUP) dengan luas wilayah mencapai 473.310 hektar yang mencakup area daratan dan lepas pantai di wilayah Bangka, Belitung, dan Pulau Kundur. Melalui pengelolaan yang terintegrasi, perusahaan berupaya menciptakan nilai tambah sekaligus mendukung keberlanjutan industri pertambangan nasional.

Selain menjalankan kegiatan utama di bidang pertambangan timah, ruang lingkup usaha PT TIMAH Tbk juga mencakup sektor industri, perdagangan, transportasi, dan jasa. Sebagai perusahaan induk, PT TIMAH Tbk didukung oleh sejumlah anak perusahaan yang bergerak di berbagai bidang usaha, antara lain bengkel dan pembangunan kapal, jasa teknik, pertambangan timah, jasa konsultasi dan penelitian pertambangan, serta pertambangan non-timah. Diversifikasi usaha tersebut memperkuat rantai bisnis perusahaan sekaligus mendukung efisiensi operasional dan pengembangan usaha yang berkelanjutan.

To be the world's leading environmentally-friendly mining company



PT TIMAH Tbk berkedudukan di Pangkalpinang, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Wilayah operasional perusahaan tersebar di berbagai daerah di Indonesia, meliputi Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, Provinsi Riau, Kalimantan Selatan, Sulawesi Barat Daya, serta Cilegon, Banten. Dengan cakupan wilayah operasi yang luas dan pengalaman lebih dari empat dekade, PT TIMAH Tbk terus berkomitmen menjalankan kegiatan usaha yang berorientasi pada pertumbuhan bisnis, tata kelola yang baik, serta pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

HISTORY

PT TIMAH TBK

Masa Kolonial

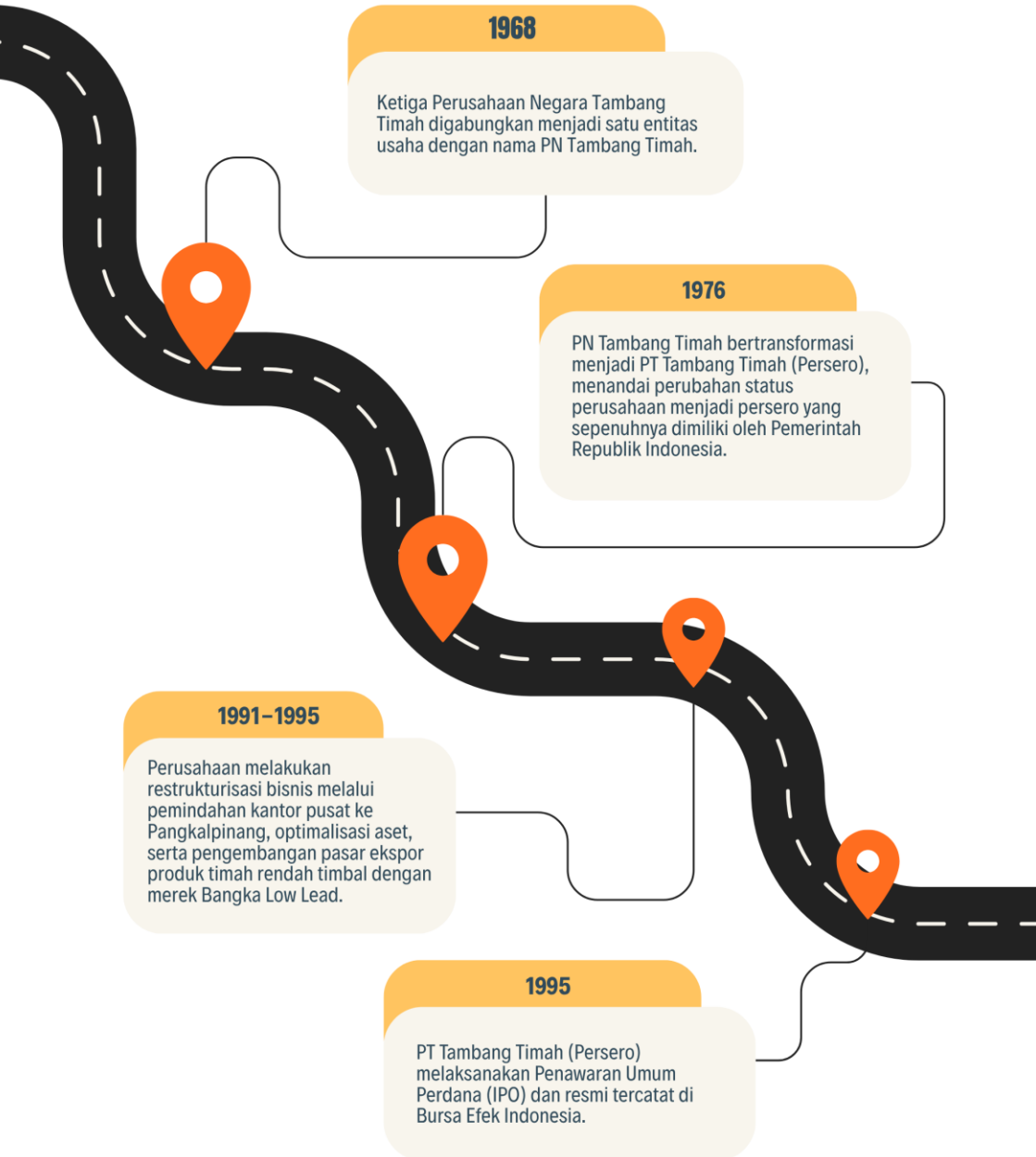
Kegiatan pertambangan timah di Indonesia dikelola oleh perusahaan-perusahaan Belanda, yaitu Bangka Tin Winning Bedrijft (BTW), Gemeenschappelijke Mijnbouw Maatschaappij Billiton (GMB), dan Singkep Tin Exploitatie Maatschappij (SITEM).

1953–1958

Pemerintah Indonesia menasionalisasi perusahaan-perusahaan tambang timah milik Belanda dan membentuk tiga Perusahaan Negara, yaitu PN Tambang Timah Bangka, PN Tambang Timah Belitung, dan PN Tambang Timah Singkep.

1961

Pemerintah membentuk Badan Pengawas Perusahaan Negara Tambang Timah (BPU PN Tambang Timah) untuk mengoordinasikan dan mengawasi pengelolaan ketiga perusahaan negara tersebut.



**1998**

Perusahaan berganti nama menjadi PT Timah (Persero) Tbk serta memperluas portofolio bisnis melalui pembentukan sejumlah anak perusahaan di bidang pertambangan, industri, jasa teknik, dan perkapalan.

2003

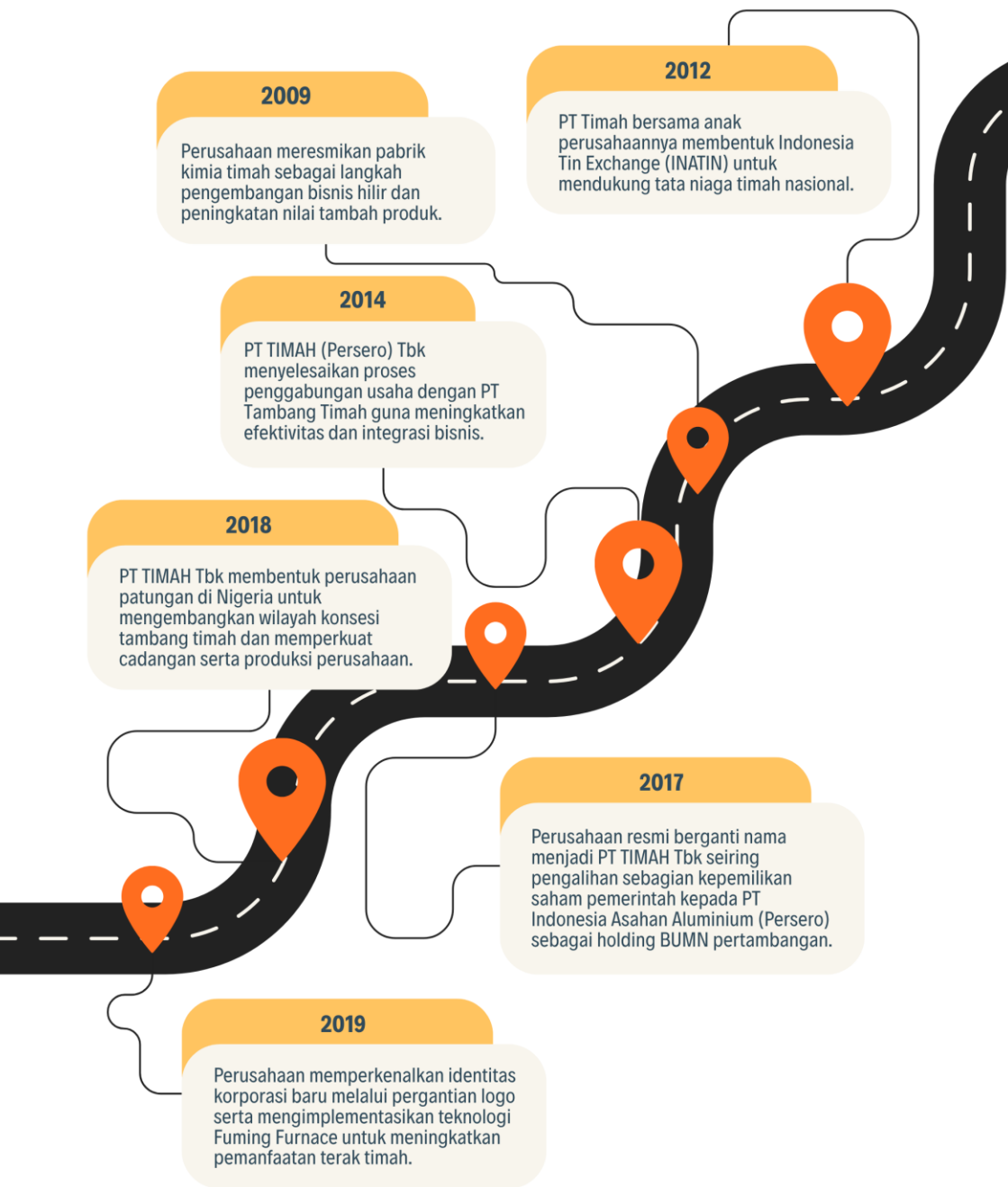
PT Timah menjalin kerja sama dengan PT Sarana Karya (SAKA) dalam pengembangan Proyek Kilang Aspal di Pulau Buton.

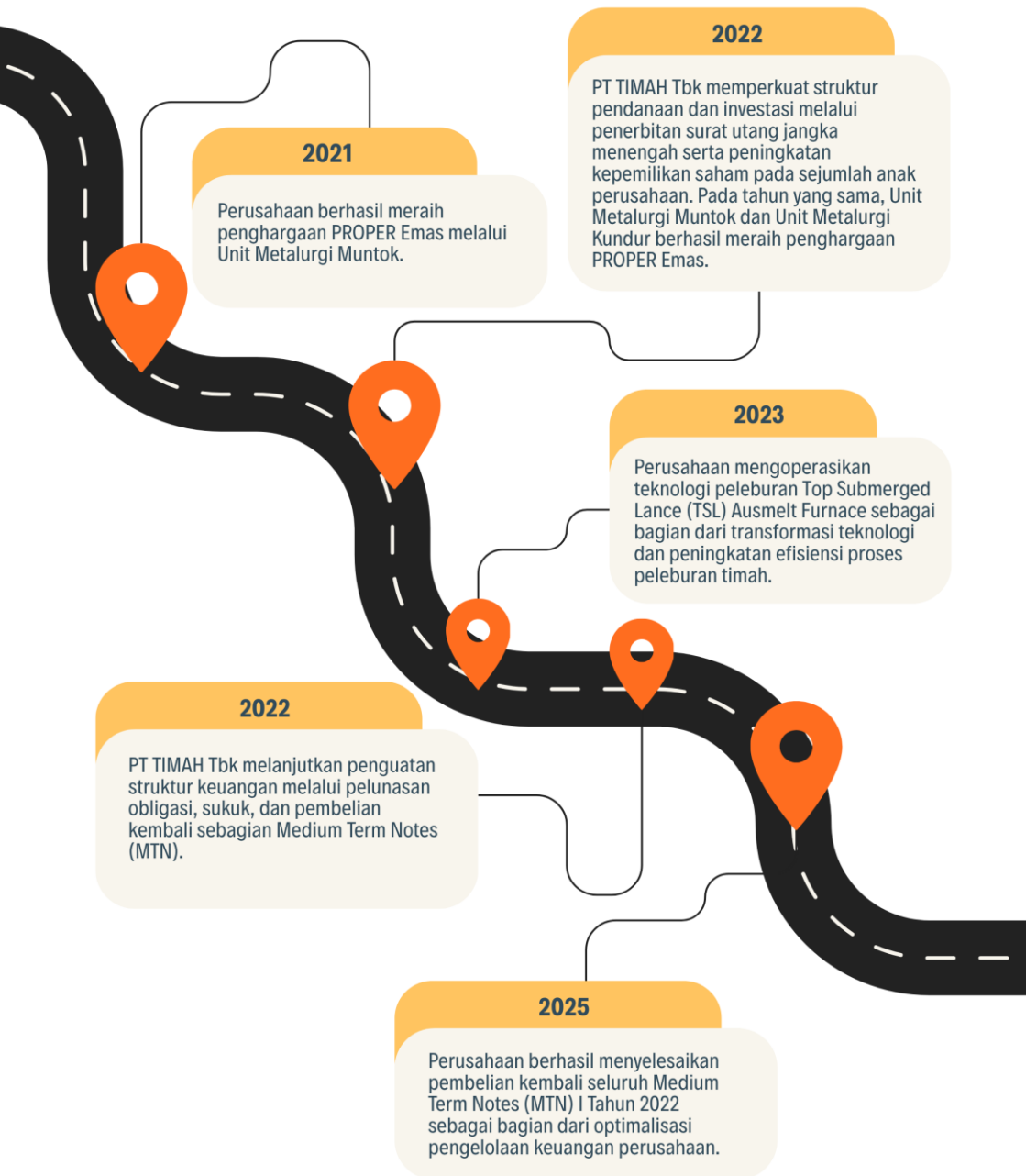
2006

Perusahaan melakukan penataan portofolio investasi, termasuk pelepasan saham anak usaha serta pengalihan pencatatan saham sepenuhnya ke Bursa Efek Indonesia.

2008

PT Timah mengoperasikan Tungku Nomor 9 dan memperluas fasilitas Pemurnian Elektrolitik sebagai bagian dari peningkatan kapasitas dan teknologi pengolahan timah.





VISI, MISI, DAN BUDAYA



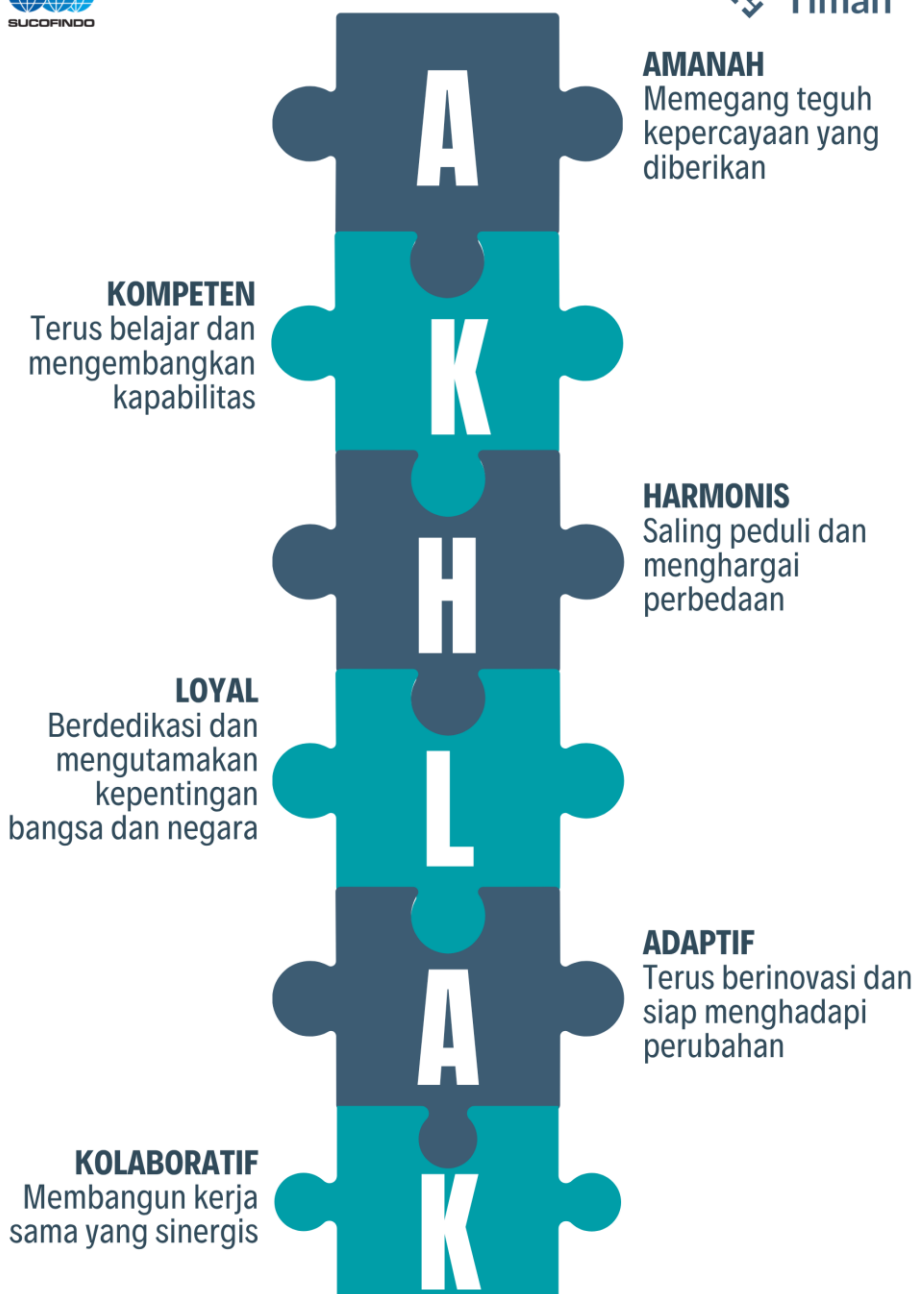


VISI & MISI

“ Menjadi perusahaan
pertambangan terkemuka di dunia
yang ramah lingkungan ”

MISI

1. Membangun sumber daya manusia yang tangguh, unggul, dan bermartabat.
2. Melaksanakan tata kelola pertambangan yang baik dan benar.
3. Mengoptimalkan nilai perusahaan dan kontribusi terhadap pemegang saham serta tanggung jawab sosial.



MIND ID

Noble Purpose

AGILE

Tanggap terhadap tantangan baru, yaitu selalu terbuka, fleksibel, dan mampu beradaptasi dengan tantangan baru. Tantangan menjadi alat untuk berinovasi, berpikir kreatif, dan maju.

GOING EXTRA MILES

Bekerja melampaui target, yaitu semangat untuk bekerja cerdas dan mengupayakan hasil kerja nyata sesuai target atau bahkan melebihi target demi kepentingan Perseroan.

ACCOUNTABLE

Bertindak dengan penuh tanggung jawab, memastikan setiap tindakan yang diambil harus dapat dipertanggungjawabkan dan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

PROSES BISNIS



PROSES BISNIS

PT TIMAH Tbk menjalankan proses bisnis pertambangan timah secara terintegrasi dengan menerapkan prinsip *good mining practices* pada seluruh tahapan operasional. Kegiatan usaha perusahaan mencakup eksplorasi, penambangan darat dan laut, pengolahan mineral, peleburan dan pemurnian, penyimpanan dan pengapalan produk, pemasaran, hingga pelaksanaan program pascatambang.

Melalui sistem yang terintegrasi, perusahaan berupaya menghasilkan produk timah berkualitas tinggi sekaligus menjaga keberlanjutan lingkungan.



EKSPLORASI

Tahap awal kegiatan pertambangan diawali dengan eksplorasi untuk mengidentifikasi potensi sumber daya dan cadangan timah. Kegiatan ini meliputi pengumpulan data geologi, pengeboran, pengujian kadar bijih, serta analisis karakteristik endapan. Hasil eksplorasi menjadi dasar dalam menentukan kelayakan dan perencanaan kegiatan penambangan secara efektif dan efisien.

PENAMBANGAN

Kegiatan penambangan PT TIMAH Tbk dilakukan di wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) yang tersebar di Kepulauan Bangka Belitung dan Kepulauan Riau, baik pada tambang darat maupun tambang laut.

Tambang darat diawali dengan pembukaan lahan kemudian dilakukan penambangan dengan metode *gravel pump*. Sedangkan tambang laut dilakukan dengan kapal isap.



PENGOLAHAN MINERAL

Bijih timah hasil penambangan kemudian diolah melalui proses pencucian untuk meningkatkan kadar timah (Sn) dan memisahkan mineral pengotor. Proses pengolahan dilakukan melalui tahapan basah dan kering sehingga diperoleh konsentrat timah dengan kadar yang memenuhi spesifikasi sebagai bahan baku peleburan.

PELEBURAN & PEMURNIAN

Konsentrat timah selanjutnya diproses di Unit Metalurgi yang berlokasi di Muntok, Bangka Barat, dan Kundur, Kepulauan Riau. Pada tahap ini, konsentrat dilebur dan dimurnikan untuk menghasilkan logam timah berkualitas tinggi (*Refined Tin*). Proses metalurgi meliputi peleburan konsentrat, pengolahan terak timah (*tin slag*), pemurnian logam timah, *roasting*, serta *electrolytic refining* untuk meningkatkan kemurnian produk akhir.



Gudang & Pengapalan

Logam timah yang telah dicetak dan memenuhi standar kualitas disimpan di gudang logam sebelum didistribusikan kepada pelanggan. Produk kemudian dikirim melalui jalur laut menggunakan fasilitas pelabuhan dan armada logistik yang mendukung kegiatan ekspor maupun distribusi domestik.

Pemasaran

PT TIMAH Tbk DPP Mentok memasarkan produk logam timah ke pasar domestik dan internasional melalui mekanisme perdagangan yang transparan. Produk perusahaan dipasarkan ke berbagai negara di Asia, Eropa, dan Amerika. Penjualan dilakukan melalui Bursa Timah Indonesia, yaitu *Indonesian Commodity and Derivative Exchange* (ICDX) dan *Jakarta Futures Exchange* (JFX).



PASCATAMBANG

Sebagai bagian dari komitmen terhadap keberlanjutan, PT TIMAH Tbk melaksanakan program pascatambang sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan. Kegiatan ini meliputi reklamasi lahan bekas tambang, rehabilitasi ekosistem pesisir dan laut, pengembangan Kampung Reklamasi, serta penanaman mangrove. Program pascatambang dilakukan untuk memulihkan fungsi lingkungan dan memberikan manfaat sosial serta ekonomi bagi masyarakat sekitar wilayah operasional perusahaan.



PENGHARGAAN & SERTIFIKASI



FIGITAL SUSTAINABILITY AWARDS 2025



BEST STOCK AWARDS 2025

ENERGY & MINING FORUM (EMF) 2025



BAZNAZ AWARDS 2025

PRISMA 2025



ESG LEADERSHIP AWARDS 2025

**ASIA SUSTAINABILITY REPORTING
RATING (ASRRAT) 2025 : GOLD MEDAL**



APAC TIN CONFERENCE

ISO 45001:2018



ISO 14001:2015

SNI ISO/IEC 17025:2017



ISO 50001:2018

FLARE

*(Focused Heat Flow for
Rotary Dryer Efficiency)*

FLARE (*FOCUSED HEAT FLOW FOR ROTARY DRYER* *EFFICIENCY*)

Oleh : Pontie Wendrawati

Proses awal pengolahan bijih timah dilakukan melalui dua tahapan utama, yaitu proses kering dan proses basah. Pada proses basah, bijih timah hasil penambangan yang masih bercampur dengan tanah dan pasir dicuci menggunakan air untuk memisahkan material pengotor. Setelah proses pencucian, bijih timah basah kemudian dikeringkan menggunakan unit *rotary dryer* sebelum masuk ke tahap pengolahan selanjutnya.

Rotary dryer berfungsi untuk mengurangi kadar air pada bijih timah melalui proses pemanasan yang bersumber dari pembakaran solar pada burner. Sebelum masuk ke *rotary dryer*, material terlebih dahulu ditiriskan pada *hopper* yang merupakan bagian dari sistem unit tersebut, dengan tujuan mengurangi kandungan air sehingga konsumsi bahan bakar dapat ditekan. Selanjutnya, proses pengeringan dilakukan di dalam drum berbentuk silinder yang berputar secara kontinu agar proses pengeringan berlangsung merata dengan suhu rata-rata sebesar 250–300°C.

Secara desain, terdapat celah antara *body rotary dryer* dan burner. Celah ini merupakan kebutuhan teknis untuk menghindari gesekan antara komponen yang berputar dengan sistem pemanas serta mengakomodasi pergerakan mekanis dan ekspansi termal selama operasi. Namun, **keberadaan celah tersebut juga menimbulkan konsekuensi berupa peningkatan *heat loss* atau kehilangan panas akibat infiltrasi udara dingin dari**

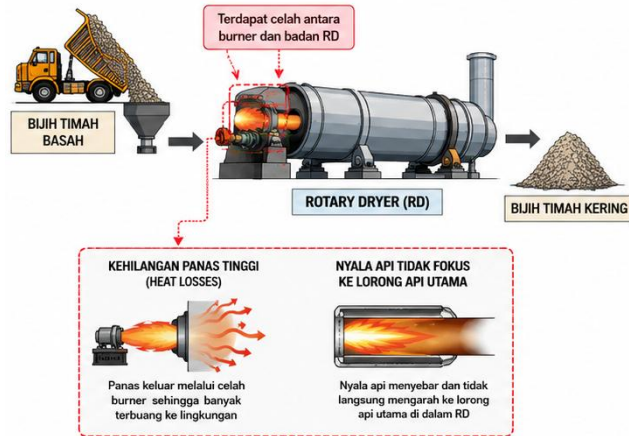


lingkungan dan kebocoran gas panas pada area *interface* burner dan *body rotary dryer*.



Gambar 1 Celah pada Unit Rotary Dryer

Kondisi tersebut menyebabkan efisiensi pemanfaatan panas dari burner menurun, sehingga untuk mendapatkan suhu yang optimal membutuhkan lebih banyak solar untuk pemanasan. Akibatnya, **konsumsi bahan bakar menjadi lebih tinggi, yaitu sebesar 20 liter/jam dan waktu pengeringan di *rotary dryer* mencapai 20 jam per hari**. Permasalahan inilah yang kemudian menjadi dasar **perlunya pengembangan inovasi untuk menekan kehilangan panas dan meningkatkan efisiensi penggunaan solar pada proses pengeringan bijih timah di *rotary dryer***.



Gambar 2 Skema Sebelum Program Inovasi

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dikembangkan inovasi **FLARE (*Focused Heat Flow for Rotary Dryer Efficiency*)** melalui dua modifikasi pada unit *rotary dryer*. Modifikasi pertama dilakukan dengan memasang ring plat pada celah antara burner dan *body rotary dryer* untuk mengurangi *heat loss* akibat kebocoran gas panas dan masuknya udara dingin dari lingkungan. Modifikasi kedua dilakukan dengan memasang pipa lorong api ± 25 cm yang menghubungkan *combustion burner* dengan *body rotary dryer*, sehingga aliran gas panas hasil pembakaran dapat lebih terfokus menuju ruang *rotary dryer*. Program ini melibatkan beberapa *stakeholder*, yaitu pihak penyedia bahan ring plat dan pipa lorong api serta pihak vendor yang melakukan instalasi kedua komponen tersebut pada *rotary dryer*.

Kedua modifikasi tersebut berhasil diterapkan pada 2 unit *rotary dryer* dan meningkatkan efisiensi termal pada suhu operasi 250–300°C. Peningkatan efisiensi tersebut ditunjukkan dengan

penurunan konsumsi solar dari 20 liter/jam menjadi 14 liter/jam. Selain itu, waktu pengeringan bijih timah basah juga berkurang secara signifikan dari 20 jam/hari menjadi 8 jam/hari. Peningkatan efisiensi energi tersebut menghasilkan penghematan konsumsi energi solar sebesar 7.568,640 GJ per tahun.



Gambar 3 Skema Setelah Program Inovasi

Program Inovasi “**FLARE** (*Focused Heat Flow for Rotary Dryer Efficiency*)” merupakan pionir yang belum ditemukan dalam industri sejenis berdasarkan Buku Best Practice dan Inovasi Tahun 2021, 2022, 2023, dan 2024 yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Program Inovasi FLARE (*Focused Heat Flow for Rotary Dryer Efficiency*) merupakan tipe inovasi Sub Sistem karena melibatkan beberapa *stakeholder* dalam pelaksanaannya. Program ini meliputi modifikasi unit *rotary dryer* dengan menambahkan *ring plat* dan pipa lorong api untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi solar. Penerapan program juga melibatkan tenaga kerja dari pihak vendor yang melakukan

pemasangan ring plat dan pipa lorong api pada 2 unit *rotary dryer*, serta pihak penyedia material ring plat dan pipa lorong api.

Selain memberikan dampak terhadap efisiensi energi, penerapan program ini juga berkontribusi terhadap peningkatan kesehatan dan keselamatan kerja para pekerja. Pemasangan ring plat dapat meminimalkan transfer panas yang keluar dari celah burner sehingga mengurangi paparan panas yang diterima oleh pekerja di sekitar unit *rotary dryer*.

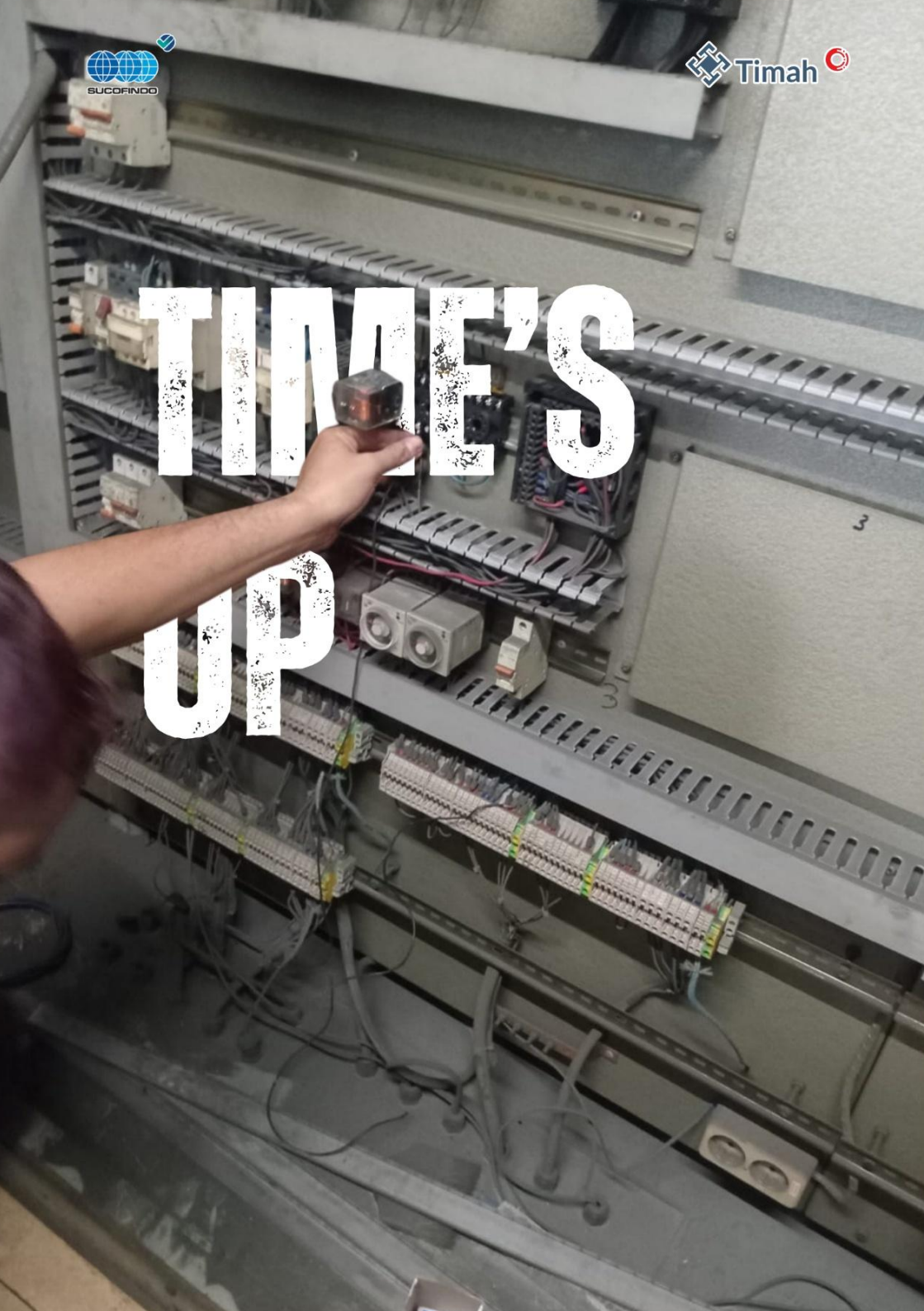
Apabila ditinjau **dari LCA**, inovasi ini merupakan inovasi ini merupakan **program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses produksi (production) melalui upaya minimisasi atau efisiensi energi (*energy minimized*)**, sehingga menyebabkan efisiensi energi yang dihasilkan oleh perusahaan.

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 solar pada proses pengeringan bijih timah di unit *rotary dryer*.



**Gambar 4 Pemasangan Ring Plat dan Lorong Api pada
*Rotary Dryer***

TIME'S UP



TIME'S UP

Oleh : Fitria Umi Fauziyah

Salah satu tahapan penting dalam proses pengolahan bijih timah adalah proses pemurnian (*refining*), yang bertujuan untuk menghilangkan unsur-unsur pengotor yang masih terkandung dalam *crude tin* atau timah mentah hasil peleburan tahap pertama (*smelting*). Pada umumnya, *crude tin* memiliki kandungan timah (Sn) lebih dari 90%, namun masih mengandung berbagai impuritas seperti besi (Fe), timbal (Pb), arsenik (As), nikel (Ni), dan tembaga (Cu). Oleh karena itu, proses pemurnian diperlukan untuk meningkatkan kadar timah sehingga memenuhi spesifikasi produk yang diinginkan.

Proses pemurnian dilakukan melalui tiga tahapan utama, yaitu *eutectic refining*, *pyrorefining*, dan *electrolytic refining*. *Crude tin* hasil peleburan tahap pertama umumnya akan diproses melalui *pyrorefining*. Namun, apabila kandungan timbal (Pb) melebihi 0,08%, maka material harus terlebih dahulu melalui proses *eutectic refining* untuk menurunkan kadar Pb sebelum memasuki tahap *pyrorefining*.

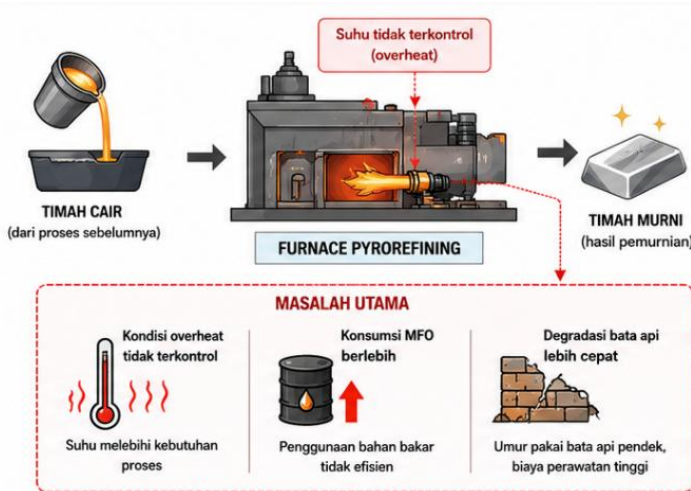
Pyrorefining merupakan proses pemurnian yang bertujuan menghilangkan berbagai unsur pengotor melalui penambahan bahan tertentu ke dalam timah cair. Proses ini terdiri atas tiga tahapan, yaitu pemurnian besi (Fe) dengan penambahan serbuk gergaji dan pengadukan selama 30 menit, pemurnian arsenik (As) dengan penambahan *scrap* aluminium dan pengadukan selama 30 menit, serta penambahan belerang (*sulfur*) untuk mengurangi kandungan tembaga (Cu) dan sebagian unsur pengotor lainnya



melalui pembentukan senyawa sulfida yang terpisah dari logam cair. Seluruh tahapan tersebut dilakukan di dalam ketel *pyrorefining* yang menampung timah cair pada suhu sekitar 500°C. Melalui proses ini, diperoleh produk timah dengan kadar Sn mencapai 99,85–99,93%.

Guna mempertahankan suhu operasi yang tinggi dan stabil, proses *pyrorefining* menggunakan *Marine Fuel Oil* (MFO) sebagai bahan bakar. Suhu yang sesuai sangat penting untuk menjamin efektivitas reaksi pemurnian sekaligus menjaga efisiensi penggunaan energi. Namun, pengendalian suhu pada burner *pyrorefining* masih dilakukan secara manual oleh operator melalui pemantauan sensor temperatur secara berkala.

Metode pengendalian suhu secara manual tersebut memiliki beberapa keterbatasan. **Ketergantungan terhadap operator meningkatkan risiko keterlambatan dalam mendeteksi kenaikan suhu yang berlebihan (*overheat*). Kondisi *overheat* yang terjadi secara berulang tidak hanya menyebabkan konsumsi MFO menjadi lebih tinggi dari kebutuhan proses, tetapi juga mempercepat degradasi bata api yang berfungsi sebagai pelindung ketel *pyrorefining*. Akibatnya, frekuensi perbaikan dan penggantian bata api menjadi lebih tinggi, yaitu setiap 3–6 bulan sekali, sehingga meningkatkan biaya pemeliharaan.**



Gambar 5 Skema Sebelum Program Inovasi

Selain berdampak pada aspek operasional dan ekonomi, konsumsi MFO yang berlebihan juga berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) dan emisi konvensional yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar. Oleh karena itu, diperlukan suatu inovasi pada sistem pengendalian suhu burner yang mampu menjaga suhu operasi tetap optimal secara otomatis dan berkelanjutan, sehingga dapat mengurangi konsumsi bahan bakar, memperpanjang umur bata api, serta menurunkan emisi yang dihasilkan dari proses pemurnian timah.

Berdasarkan kondisi tersebut, dikembangkan inovasi TIME'S UP dengan memasang sistem timer otomatis yang terintegrasi dengan pengendalian operasi *burner pyrorefining*. Sistem ini dirancang untuk menghentikan sementara operasi burner secara otomatis selama 15 menit ketika suhu mencapai kondisi *overheat*. Dengan adanya mekanisme tersebut, suhu ketel dapat kembali berada pada rentang operasi yang optimal,

sehingga konsumsi MFO menjadi lebih efisien, umur bata api lebih terjaga, serta emisi yang dihasilkan dari proses pembakaran dapat diminimalkan. Program ini merupakan kolaborasi multistakeholder yang melibatkan tenaga alih daya sebagai pihak yang bertugas dalam pemasangan timer otomatis serta pihak UMKM sebagai penyedia timer otomatis melalui *e-commerce*.

Setelah implementasi inovasi, konsumsi MFO pada unit *pyrorefining* turun dari 35,96 liter/jam menjadi 34,27 liter/jam. Jam operasi burner juga berkurang menjadi 16 jam/hari, sehingga memberikan penurunan emisi yang signifikan, yaitu sebesar 1.531,236 ton CO₂eq; 2,754 ton PM10; 4,442 ton SOx; dan 35,222 ton NOx.



Gambar 6 Skema Setelah Program Inovasi

Program Inovasi “*TIME’S UP*” merupakan pionir yang tidak ditemukan dalam industri sejenis berdasarkan **Buku Best Practice** dan Inovasi Tahun 2021, 2022, 2023, dan 2024 yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Program Inovasi **TIME'S UP** merupakan tipe inovasi **Sub Sistem** karena perubahan yang dilakukan melibatkan beberapa *stakeholder*, yaitu pihak vendor sebagai pelaksana pemasangan timer otomatis dan pihak UMKM sebagai penyedia timer otomatis yang memasarkan produknya melalui *e-commerce*.

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 menyebabkan penurunan emisi yang dihasilkan proses produksi.

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 MFO sehingga menurunkan beban emisi gas rumah kaca maupun emisi konvensional yang dihasilkan menjadi lebih rendah.



Gambar 7 Proses Pemasangan Timer pada Unit *Pyrorefining*



Gambar 8 Timer pada Unit *Pyrorefining*

SI MANIS

*(Smart Integration of Molasses
in Pelletizer System)*

SI MANIS (SMART INTEGRATION OF MOLASSES IN PELLETIZER SYSTEM)

Oleh : Laely Rahmawati

Pelletizer merupakan salah satu unit proses produksi yang berfungsi untuk mengolah partikulat hasil samping proses peleburan, yaitu partikulat dari proses *smelting* dan *fuming*, menjadi bentuk pelet yang lebih padat dengan bahan perekat berupa air. Pembentukan pelet ini bertujuan agar partikulat yang berukuran sangat halus (*fine particle*) dan masih mengandung kadar timah (Sn) sekitar 50–60% dapat dikembalikan untuk diproses ulang (*recovery*), sehingga kandungan logam timah yang masih tersisa di dalam partikulat dapat dimanfaatkan kembali tanpa menimbulkan dispersi partikulat ke lingkungan maupun menjadi limbah yang terbuang.

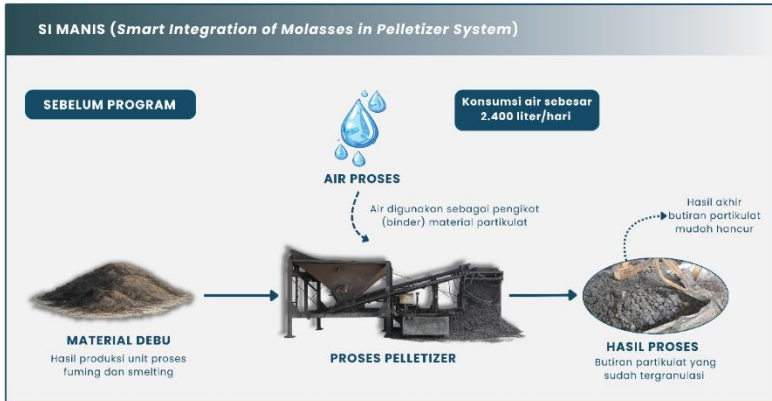


Gambar 9 Alat Pelletizer



Gambar 10 Debu yang Belum Diproses

Pembentukan pelet yang hanya menggunakan air sebagai media pengikat antar partikel partikulat dinilai kurang efisien karena kekuatan ikat antar partikel cenderung rendah. Pelet berisiko pecah selama penanganan, transportasi, dan pengumpanan ulang ke proses loading, yang pada akhirnya dapat menurunkan efisiensi *recovery* timah dari partikulat tersebut. Selain **daya ikat partikel yang rendah**, pembentukan pelet hanya mengandalkan air sebagai media pengikat antar partikel partikulat juga membutuhkan **konsumsi air yang cukup besar** yakni 200 liter/ton partikulat. Dengan kapasitas input partikulat pada unit *pelletizer* sebesar 12 ton/hari yang berasal dari proses peleburan, **konsumsi air yang dibutuhkan mencapai 2.400 liter/hari**.



Gambar 11 Skema Sebelum Program Inovasi

Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan kajian literatur lebih lanjut untuk mencari alternatif bahan pengikat (*binder*) yang dapat meningkatkan daya ikat partikel partikulat tanpa harus menambah konsumsi air. Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa molase memiliki potensi sebagai binder organik dengan daya ikat yang jauh lebih tinggi dibandingkan air maupun binder anorganik konvensional seperti bentonit. Studi pelletisasi material berbasis logam menunjukkan bahwa kekuatan tekan pelet basah (*wet compressive strength*) yang menggunakan molase sebagai pengikat dapat mencapai 43–230 N/pelet, dibandingkan dengan pelet berpengikat bentonit yang hanya berkisar 9,47–11,92 N/pelet (Kotta dkk., 2019).

Penerapan molase ini dilakukan dengan tingkat **substitusi sebesar 10% terhadap kebutuhan air proses**. Artinya, dari kebutuhan air dasar yang ditetapkan sebesar 100 liter/ton partikulat, sebanyak 10% dari volume tersebut digantikan fungsinya oleh molase, sehingga kebutuhan air aktual yang benar-

benar digunakan dalam proses menjadi 90 liter/ton partikulat. Dengan demikian, molase tidak hanya berfungsi sebagai bahan tambahan biasa, tetapi secara langsung mengambil alih sebagian peran air sebagai media pengikat, sehingga total volume cairan proses (air dan molase) yang dibutuhkan tetap jauh lebih rendah dibandingkan kondisi sebelum program.



Gambar 12 Bak *Mixing* Air dan Molase

Setelah adanya program, konsumsi air yang dibutuhkan **untuk pengolahan yaitu sebesar 1.080 liter/hari** (penambahan molase untuk proses pembentukan pelet partikulat). Sehingga dengan adanya program berhasil menurunkan **konsumsi air sebesar 1.320 liter/hari atau sebesar 55%**.



Gambar 13 Skema Setelah Program Inovasi

Program Inovasi “**SI MANIS (Smart Integration of Molasses in Pelletizer System)**” merupakan pionir yang belum ditemukan dalam industri sejenis berdasarkan Buku Best Practice dan Inovasi Tahun 2021, 2022, 2023, dan 2024 yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Program Inovasi **SI MANIS (Smart Integration of Molasses in Pelletizer System)** merupakan tipe inovasi Perubahan **Sub Sistem**, khususnya pada dimensi **Optimalisasi Rantai Nilai**. Klasifikasi ini didasarkan pada adanya kerja sama formal dengan pihak penyedia bahan baku lokal untuk pengadaan molase sebagai bahan pengikat (*binder*) *bio-based* pada proses *pelletizing*. Kerja sama ini tercatat dalam pengadaan resmi, yang mencerminkan adanya **hubungan rantai pasok baru yang**

terstruktur antara sektor industri pengolahan dan peleburan logam dengan sektor industri penyedia bahan berbasis bio.

Program ini tidak hanya menghasilkan perbaikan proses di internal, tetapi juga **mendorong terbentuknya rantai pasok material *bio-based* berbasis lokal (*local bio-based supply chain*)** yang sebelumnya tidak ada dalam proses *pelletizing*. Penggunaan molase sebagai produk berbasis bio untuk mensubstitusi sebagian kebutuhan air proses menciptakan keterhubungan nilai (*value linkage*) antara dua sektor industri yang berbeda, sekaligus mendorong pemanfaatan sumber daya berbasis bio yang lebih ramah lingkungan dibandingkan penggunaan air sebagai media pengikat secara tunggal. Hal inilah yang membedakan SI MANIS dari inovasi substitusi bahan baku internal biasa, karena perubahan yang dilakukan tidak hanya pada tataran teknis proses, tetapi juga pada tataran rantai pasok dan keterhubungan antarindustri.

Apabila ditinjau **dari LCA**, inovasi ini memberikan kontribusi perbaikan lingkungan pada dua tahapan siklus hidup produk. Pada **tahap *Raw Material***, program ini memenuhi kriteria penggunaan **material berbasis bio (*bio-based material*)** sebagai bahan baku alternatif yang lebih ramah lingkungan, melalui pemanfaatan molase dari sumber lokal sebagai pengganti sebagian kebutuhan air proses. Pada **tahap *Production***, program ini memenuhi kriteria pengurangan pemakaian air, dengan **penurunan konsumsi air proses *pelletizing* sebesar 55%** melalui optimalisasi penggunaan molase sebagai *binder* pendukung.

Apabila ditinjau dari kerangka ***Four Types of Wasted Value***, program SI MANIS (*Smart Integration of Molasses in Pelletizer System*) berkontribusi pada dua tipe pencegahan nilai yang terbuang secara simultan. Pertama, pada segmen *Design & Sourcing*, program ini **mencegah Waste Resources** melalui pemilihan dan penggunaan material berbasis bio (*bio-based materials*) berupa molase sebagai substitusi sebagian sumber daya air dalam desain ulang formulasi proses *pelletizing*. Kedua, pada segmen *Reverse Logistics*, program ini **mencegah Waste Embedded Value** melalui efisiensi penggunaan air bersih sebesar 55% pada proses *pelletizing*, sehingga kebutuhan air bersih untuk operasional dapat dikurangi secara signifikan.



Gambar 14 Hasil Akhir Proses Pelletizer

HORIZON

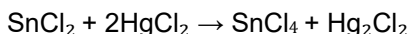
(HgCl₂ Reduction and Reagent Optimization for Innovation)

HORIZON (HgCl₂ REDUCTION AND REAGENT OPTIMIZATION FOR INNOVATION)

Oleh : Erlia

Dalam proses produksi timah, diperlukan proses analisis kadar Fe pada sampel *backlog* hasil peleburan yang terdiri dari *dross*, *Hard Head*, Timah Besi, dan terak kasar. Setiap sampel terdiri dari 2 fraksi, dimana setiap fraksi memerlukan 1 kali analisis. Pengujian kadar Fe dengan metode titrimetri ini memerlukan HgCl₂ sebagai bahan oksidasi untuk mengubah SnCl₂ menjadi SnCl₄, dengan kebutuhan HgCl₂ sebanyak 20 ml pada setiap analisis fraksi sampel.

Secara prinsip kimia, HgCl₂ berfungsi sebagai oksidator untuk mengoksidasi sisa SnCl₂ setelah proses reduksi Fe(III) menjadi Fe(II):

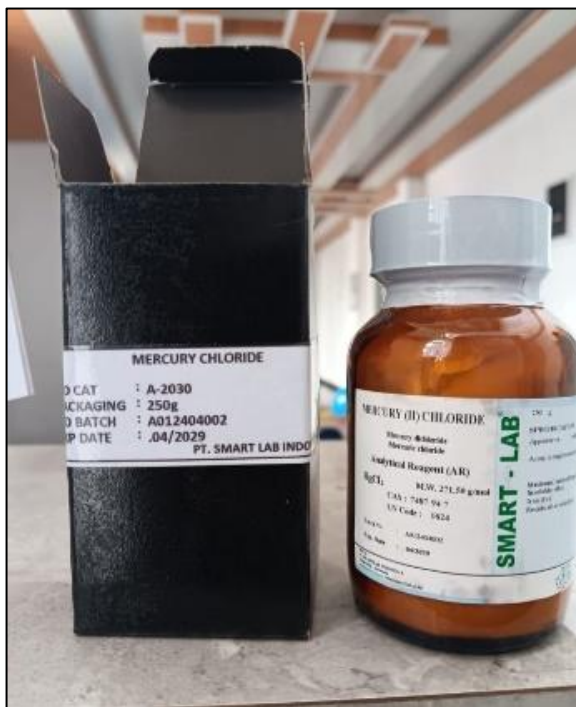


Jumlah HgCl₂ yang diperlukan secara prinsip ditentukan oleh kebutuhan stoikiometri untuk mengoksidasi sisa SnCl₂ secara sempurna, bukan oleh volume baku yang kaku, sehingga terdapat ruang optimalisasi volume pemakaian tanpa mengganggu kesempurnaan reaksi.

Kebutuhan pengujian kadar Fe yang berlangsung terus-menerus akibat tingginya volume sampel *backlog* menyebabkan kebutuhan bahan kimia HgCl₂ menjadi tinggi. **Penggunaan bahan kimia HgCl₂ sebanyak 20 ml** setiap kali pengujian dinilai kurang efektif dan masih dapat dioptimalkan, di samping itu HgCl₂ merupakan bahan kimia B3 sehingga banyaknya konsumsi HgCl₂ untuk pengujian berdampak langsung pada banyaknya limbah B3



berupa kemasan eks kimia yang dihasilkan. Dalam satu tahun, **timbulan limbah B3 kemasan eks kimia HgCl_2 yang dihasilkan sebesar 40,112 kg**. Oleh karena itu, sebagai bentuk optimalisasi penggunaan bahan kimia HgCl_2 , dilakukan **pengurangan volume HgCl_2 dari 20 ml menjadi 10 ml**.



Gambar 15 Kemasan Bahan Kimia HgCl_2

Melalui uji coba (*trial*) internal yang membandingkan hasil analisis kadar Fe pada penggunaan HgCl_2 20 ml terhadap 10 ml, terbukti bahwa volume HgCl_2 20 ml yang digunakan selama ini dapat dikurangi tanpa menurunkan kualitas hasil uji. Adapun hasil uji coba pengurangan pemakaian HgCl adalah sebagai berikut:

Tabel 1

Hasil Pengujian dengan sampel standar Iron Extra

No	Standar	Hasil Analisa (%Fe)	
		Larutan 20 ml	Larutan 10 ml
1	Iron Extra	5,1544	5,1548
2	Iron Extra	5,1477	5,1500
3	Iron Extra	5,1545	5,1498
4	Iron Extra	5,1488	5,1498
5	Iron Extra	5,1548	5,1539
6	Iron Extra	5,1568	5,1541
7	Iron Extra	5,1495	5,1500

Sumber: Laboratorium PT TIMAH Tbk DPP Mentok

Tabel 2

Hasil Pengujian Dengan Sampel Standar Debu 1

No	Standar	Hasil Analisa (%Fe)	
		Larutan 20 ml	Larutan 10 ml
1	Debu 1	1,21	1,23
2	Debu 1	1,33	1,28
3	Debu 1	1,20	1,25
4	Debu 1	1,28	1,21
5	Debu 1	1,25	1,19
6	Debu 1	1,30	1,26
7	Debu 1	1,26	1,22

Sumber: Laboratorium PT TIMAH Tbk DPP Mentok

Tabel 3

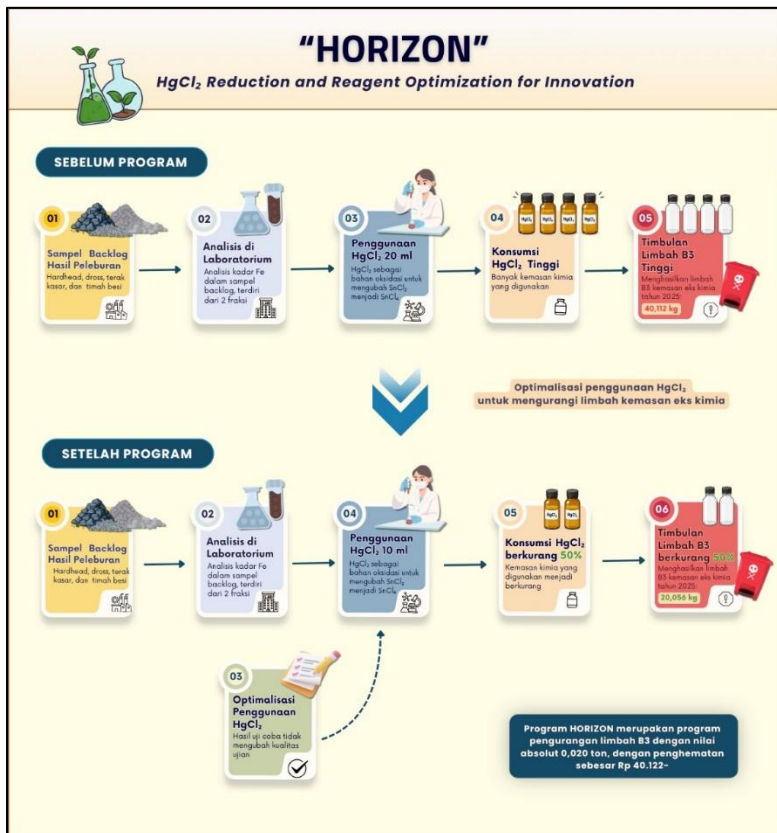
Hasil Pengujian Dengan Sampel Standar Hematite 1

No	Standar	Hasil Analisa (%Fe)	
		Larutan 20 ml	Larutan 10 ml
1	Hematite 1	49,50	49,61
2	Hematite 1	49,99	49,78
3	Hematite 1	50,12	49,88
4	Hematite 1	49,85	50,07
5	Hematite 1	50,03	49,78
6	Hematite 1	49,75	50,00
7	Hematite 1	50,07	49,97

Sumber: Laboratorium PT TIMAH Tbk DPP Mentok

Berdasarkan tabel tersebut, uji coba dilakukan pada tiga jenis sampel dengan rentang kadar Fe yang berbeda, yaitu sampel standar Iron Extra (kadar Fe $\pm 5,15\%$), sampel Debu 1 (kadar Fe $\pm 1,2-1,3\%$), dan sampel Hematite 1 (kadar Fe $\pm 50\%$), masing-masing dengan 7 kali pengulangan. Hasil uji coba menunjukkan tingkat kemiripan hasil analisis sebesar 99,97% pada sampel standar, 99,60% pada sampel Hematite, dan 96,27% pada sampel Debu. **Perubahan volume HgCl_2 dari 20 ml menjadi 10 ml tetap menghasilkan nilai analisis kadar Fe yang konsisten dan sangat mendekati hasil pengujian dengan volume HgCl_2 sebelumnya.**

Dengan demikian, setelah adanya program inovasi, **limbah B3 berupa kemasan eks kimia (HgCl_2) yang dihasilkan pada tahun 2025 menjadi 20,056 kg**, atau dengan adanya program ini kemasan eks kimia yang dihasilkan **menurun sebanyak 50%.**



Gambar 16 Skema Sebelum dan Sesudah Program Inovasi

Program Inovasi **"HORIZON (*HgCl₂ Reduction and Reagent Optimization for Innovation*)"** merupakan pionir yang belum ditemukan dalam industri sejenis berdasarkan Buku Best Practice dan Inovasi Tahun 2021, 2022, 2023, dan 2024 yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Program Inovasi **HORIZON (*HgCl₂ Reduction and Reagent Optimization for Innovation*)** merupakan tipe inovasi

yang dilakukan pada lingkup internal perusahaan, yaitu **Perubahan Alat/Komponen** berupa **efisiensi material dan perbaikan proses melalui optimalisasi penggunaan bahan kimia HgCl_2 dalam analisis kadar Fe pada sampel backlog**. Volume HgCl_2 yang semula digunakan sebesar 20 ml dirubah menjadi 10 ml tanpa mengurangi kualitas dan akurasi hasil uji yang dihasilkan, hal ini secara langsung berdampak pada pengurangan limbah B3 berupa kemasan eks kimia yang dihasilkan.

Apabila ditinjau **dari LCA**, inovasi ini merupakan **program perbaikan lingkungan** yang dilakukan di proses pendukung produksi melalui pengurangan pemakaian reagen berbahaya (HgCl_2) pada proses pengujian sampel backlog, sehingga mengurangi timbulan limbah B3 berupa bekas kemasan bahan kimia. Selain itu, apabila ditinjau dari ***Four Types of Wasted Value***, inovasi ini berada **di siklus *Design and Sourcing* untuk mencegah terbentuknya *Wasted Resources*** yaitu material dan bahan kimia yang tidak dapat diregenerasi secara berkelanjutan apabila digunakan secara berlebihan. melalui optimalisasi volume penggunaan reagen HgCl_2 dalam proses pengujian Fe di laboratorium, sehingga mengurangi konsumsi bahan kimia B3 yang berlebih dan menurunkan timbulan limbah B3 yang dihasilkan.



Gambar 17 Proses Analisis Kadar Fe dalam Sampel *Backlog*



DELTA

*Dual Enhanced Living
Treatment for Accelerated
Composting*

DELTA - DUAL ENHANCED LIVING TREATMENT FOR ACCELERATED COMPOSTING

Oleh : Maya Soraya

Di banyak fasilitas industri, ada satu jenis limbah yang jarang mendapat perhatian besar karena dianggap "tidak berbahaya" — sampah organik. Sisa makanan dari kantin karyawan, daun dan ranting dari area penghijauan, bahan-bahan sisa operasional harian. Tidak beracun, tidak mudah terbakar, tidak masuk kategori limbah B3. Justru karena itulah ia sering luput dari perhatian serius.

Padahal, ketika sampah organik menumpuk dan terurai tanpa oksigen yang cukup, ia melepaskan gas metana (CH_4) ke atmosfer — gas rumah kaca yang daya pemanasannya jauh lebih kuat dibanding karbon dioksida dalam rentang waktu yang sama. Di sebuah fasilitas pengolahan dan peleburan timah di Mentok, Bangka Barat, persoalan ini nyata setiap hari. Aktivitas kantin, area perkebunan, dan operasional perkantoran menghasilkan timbunan sampah organik dalam jumlah yang tidak sedikit, dan metode pengomposan yang sudah berjalan — menggunakan satu jenis bioaktivator saja — mulai menunjukkan batasnya.

Bioaktivator tunggal semacam ini memang bisa mengurai bahan organik, tetapi prosesnya lambat, bisa memakan waktu 30 hingga 60 hari hingga kompos benar-benar matang. Lebih dari itu, bahan-bahan berserat tinggi seperti ranting dan daun kering — kaya akan selulosa, hemiselulosa, dan lignin — sulit diurai tuntas oleh mikroorganisme fermentatif biasa. Hasilnya, sebagian

sampah organik tetap tertimbun lebih lama dari seharusnya, dan potensi emisi metananya pun tidak sepenuhnya tertangani.

Akar persoalannya sebenarnya sederhana, sampah organik yang dihasilkan bukanlah bahan yang seragam. Sisa makanan dari kantin kaya akan nitrogen dan mudah terurai, sementara ranting dan daun kering justru didominasi oleh karbon dan serat kompleks yang jauh lebih keras dipecah secara biologis. Mengandalkan satu jenis mikroorganisme untuk menangani dua karakteristik bahan yang begitu berbeda sama seperti meminta satu orang menguasai dua keahlian yang sama sekali tidak berkaitan, bisa saja, tapi hasilnya jarang maksimal di kedua sisi.

Pertanyaan yang kemudian muncul adalah sederhana namun mendasar: kalau satu jenis mikroorganisme tidak cukup untuk mengurai semua jenis bahan organik, mengapa tidak menggabungkan dua yang saling melengkapi?

Dari pertanyaan itulah lahir **Program DELTA (*Dual Enhanced Living Treatment for Accelerated Composting*)**. Alih-alih mengandalkan satu bioaktivator untuk menangani seluruh spektrum bahan organik, **pendekatan ini membagi tugas pengomposan menjadi dua fase kerja yang berurutan, masing-masing ditangani oleh mikroorganisme yang paling sesuai dengan jenis bahan pada fase tersebut.**



Gambar 18 Skema Sebelum Program Inovasi

Pada fase awal, ketika suhu tumpukan kompos masih relatif rendah, MOL BioFish, larutan mikroorganisme lokal yang difermentasi dari bahan berbasis ikan, bekerja mengurai fraksi organik yang mudah terdekomposisi: protein, lemak, dan karbohidrat sederhana dari sisa makanan. Begitu proses fermentasi ini memicu kenaikan suhu tumpukan menuju fase termofilik, giliran *Trichoderma sp.* mengambil alih. Jamur ini dikenal luas dalam dunia mikrobiologi pertanian sebagai agen lignoselulolitik, spesialis pengurai selulosa, hemiselulosa, dan lignin, komponen struktural keras yang menyusun ranting dan daun kering.

Pembagian kerja berdasarkan fase suhu inilah yang menjadi inti dari pendekatan "dual" pada DELTA. Bukan sekadar mencampur dua bahan sekaligus, melainkan menyusun proses pengomposan sebagai dua tahap yang saling menyambung, masing-masing mikroorganisme bekerja pada jendela waktu dan kondisi yang paling optimal baginya.

Perubahan pendekatan ini membawa dampak yang cukup signifikan. Waktu pengomposan yang sebelumnya membutuhkan

30 hingga 60 hari, terpankas menjadi 14 hingga 21 hari. Perubahan ini tidak hanya soal kecepatan, ia juga berarti peningkatan kapasitas pengolahan yang jauh lebih besar pada lahan dan fasilitas yang sama. Jika sebelumnya sebuah area pengomposan hanya bisa menjalankan sekitar 8 siklus proses dalam setahun, dengan siklus yang lebih singkat, jumlah itu bisa meningkat menjadi sekitar 21 siklus per tahun, kira-kira 2,6 kali lipat, tanpa perlu memperluas lahan atau menambah fasilitas baru.

Sepanjang tahun 2026, pendekatan ini berhasil mengolah lebih dari 22 ton sampah organik, gabungan sisa makanan dan sampah perkebunan, menjadi kompos yang kemudian dimanfaatkan untuk mendukung program penghijauan di area bekas operasional, membantu memperbaiki kualitas tanah dan mendukung pertumbuhan vegetasi baru.

Namun, bagian yang paling menarik dari kisah ini bukan hanya soal kecepatan dekomposisi atau angka-angka pengolahan. Ada satu keputusan kecil yang berdampak besar: MOL BioFish yang digunakan dalam program ini tidak diproduksi sendiri, melainkan dibeli dari sebuah kelompok masyarakat binaan di sekitar wilayah operasional.



Gambar 19 MOL BioFish

Keputusan ini mengubah program pengomposan dari sekadar urusan pengelolaan limbah internal, menjadi sebuah rantai nilai yang menghubungkan dua kepentingan sekaligus: kebutuhan industri akan bioaktivator berkualitas, dan kebutuhan masyarakat sekitar akan sumber penghasilan yang berkelanjutan. Setiap liter MOL BioFish yang diserap oleh program ini turut menghidupkan kapasitas produksi kelompok binaan, sekaligus memperkuat keterampilan mereka dalam mengelola bahan organik lokal menjadi produk bernilai ekonomi.

Pola semacam ini, di mana limbah dari satu pihak menjadi bahan baku produksi bagi pihak lain, dan hasil dari kemitraan itu kembali dimanfaatkan oleh pihak pertama, adalah wujud sederhana dari ekonomi sirkular yang bekerja dalam skala mikro namun nyata dampaknya. Bukan konsep abstrak di atas kertas, melainkan siklus yang benar-benar berjalan antara fasilitas industri dan komunitas di sekitarnya.



Gambar 20 Proses Komposting

Kombinasi dua bioaktivator dengan peran berbeda sebenarnya bukan hal yang sepenuhnya baru dalam dunia penelitian pertanian, beberapa studi telah menunjukkan potensi kombinasi mikroorganisme lokal dengan *Trichoderma sp.* dalam memperbaiki kualitas kompos. Namun, penerapannya secara khusus untuk mempercepat pengomposan sampah organik industri, sekaligus dijamin dalam skema kemitraan yang memberdayakan kelompok masyarakat sebagai pemasok bahan baku, adalah kombinasi yang jarang ditemukan dalam praktik di lapangan.



Gambar 21 Skema Setelah Program Inovasi

Ditinjau dari kerangka siklus hidup *bahan Life Cycle Assessment*, Program DELTA merupakan perbaikan lingkungan yang terjadi tepat di tahap akhir perjalanan sebuah bahan organik — saat ia resmi menjadi sampah. Melalui sistem dual bioaktivator *Trichoderma sp.* dan *MOL BioFish*, sampah organik yang tadinya berpotensi mencemari lingkungan dan melepaskan gas metana ke atmosfer, diarahkan kembali menjadi kompos yang bermanfaat.

Cara pandang ini juga sejalan dengan prinsip *Four Types of Wasted Value* dalam ekonomi sirkular: bahwa sampah organik sebenarnya masih menyimpan nilai — energi dan materi yang belum sepenuhnya hilang, hanya saja tidak dimanfaatkan. Dengan mengembalikan sampah organik ke dalam siklus *end-of-use recycling*, Program DELTA mencegah nilai tersebut hilang begitu saja, sekaligus menciptakan manfaat baru bagi penghijauan di sekitar area operasional.

Justru di titik inilah letak nilai penting dari kisah ini untuk dibagikan lebih luas. Setiap fasilitas industri yang menghasilkan

sampah organik — baik dari kantin, area hijau, maupun sisa produksi — pada dasarnya memiliki bahan baku yang sama untuk memulai langkah serupa. Yang dibutuhkan bukan teknologi mahal atau infrastruktur rumit, melainkan kesediaan untuk memandang sampah organik bukan sebagai beban yang harus dibuang, melainkan sebagai titik awal dari siklus baru — satu yang bisa dimulai dari skala sekecil apa pun, dan tumbuh menghubungkan lebih banyak pihak seiring berjalannya waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Kotta, A. B., Patra, A., Kumar, M., & Karak, S. K. (2019). Effect of molasses binder on the physical and mechanical properties of iron ore pellets. *International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials*, 26(1), 41–51. <https://doi.org/10.1007/s12613-019-1708-x>
- PT TIMAH Tbk. 2026. <https://timah.com/> (diakses tanggal 25 Juni 2026).

Di balik setiap proses produksi, terdapat langkah-langkah kecil yang membawa perubahan besar. Buku ini merekam perjalanan inovasi lingkungan PT TIMAH Tbk Divisi Pengolahan dan Peleburan Mentok dalam mewujudkan operasional yang lebih efisien, rendah emisi, hemat sumber daya, dan ramah lingkungan. Melalui berbagai program inovatif pada aspek energi, emisi, air, limbah B3, dan sampah, perusahaan membuktikan bahwa keberlanjutan dibangun bukan melalui satu lompatan besar, melainkan melalui perbaikan yang dilakukan satu langkah demi satu langkah. Sebuah perjalanan yang dimulai hari ini untuk menciptakan dampak yang bertahan hingga masa depan.

20
26



PT SUCOFINDO (Persero)

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