



BEYOND COMPLIANCE:

Dari Kepatuhan Menuju Keberlanjutan

PT TIMAH Tbk Divisi Pengolahan dan Peleburan Kundur

*Amir Zambia, Ellyza Anggita Putri, Moh Farras Isfahani Nur
Arifin, Suhaidi, Erwin Kurniawati, Rasidi*



BEYOND COMPLIANCE:

Dari Kepatuhan Menuju Keberlanjutan

PT TIMAH Tbk Divisi Pengolahan dan Peleburan Kundur

*Amir Zambia, Ellyza Anggita Putri, Moh Farras Isfahani Nur
Arifin, Suhaidi, Erwin Kurniawati, Rasidi*

BEYONCE COMPLIANCE: Dari Kepatuhan Menuju Keberlanjutan

Penulis:

Amir Zambia, Ellyza Anggita Putri, Moh Farras Isfahani Nur Arifin,
Suhaidi, Erwin Kurniawati, Rasidi

ISBN: XXXXXXXXXXXXXXXXXX

Desain Sampul dan Tata Letak:

Navista Arumtanzia

Editor:

Navista Arumtanzia

Penerbit:

PT SUCOFINDO (PERSERO)

Jalan Pemuda No 171, Sekayu, Kec. Semarang Tengah, Kota
Semarang, Jawa Tengah, 50132

Cetakan Pertama, Tahun 2026

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa
izin tertulis dari penerbit

Buku ini diterbitkan atas kerjasama antara PT SUCOFINDO (PERSERO)
dengan PT TIMAH Tbk Divisi Pengolahan dan Peleburan Kunder

HAK CIPTA

Sanksi Pelanggaran Pasal 72 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 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 "BEYONCE COMPLIANCE: Dari Kepatuhan Menuju Keberlanjutan" 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 pemasyarakatan 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.

Kundur, Juni 2026

Tim Penulis

DAFTAR ISI

HAK CIPTA.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
PROFIL PERUSAHAAN	8
PETA WILAYAH OPERASIONAL.....	11
VISI MISI PERUSAHAAN	16
NILAI NILAI & BUDAYA PERUSAHAAN	17
PENGHARGAAN & SERTIFIKASI	20
SERTIFIKASI	25
PROSES BISNIS PERUSAHAAN	31
TINJAUAN PUSTAKA.....	39
EcoFlow (Process Optimization for Low-Energy Pumping in Mineral Processing)	51
PAS (Power Adjustment System).....	59
SAVE (Separation Advancement for Water Efficiency): Three-Stream Shaking Table Optimization.....	69
ALFA-CLEAN (Alfa Laval Centrifugation for Cleaner Separation).....	77
Bi-PROMPOST (Biowash Promic for Rapid Organic Composting)	85
DAFTAR PUSTAKA	94

PROFIL PERUSAHAAN

PT TIMAH Tbk, selanjutnya disebut “Perseroan” berdiri berdasarkan Akta No. 1 tanggal 2 Agustus 1976 yang dibuat di hadapan Notaris Imas Fatimah, S.H., yang diumumkan dalam Berita Negara Republik Indonesia No. 26, tanggal 1 April 1977, Tambahan Berita Negara No. 200 dan disetujui oleh Menteri Kehakiman Republik Indonesia dengan Surat Keputusan No. Y.A.5/65/17 tanggal 5 Februari 1977.

Perseroan berkantor pusat di Pangkalpinang, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dan bergerak dalam bidang pertambangan, perindustrian, perdagangan, pengangkutan, dan jasa lainnya seperti jasa keteknikan dan galangan kapal, agrobisnis, agen pemasaran dan jasa properti. Wilayah operasi Perseroan tersebar di daratan dan perairan sekitar kepulauan Bangka, Belitung, Singkep, Karimun dan Kundur.

Sebelum Indonesia merdeka, pertambangan timah masih dikelola oleh badan usaha pemerintah kolonial dan perusahaan swasta Belanda. Hingga akhirnya pada tahun 1961, Pemerintah membentuk Badan Pimpinan Umum (BPU) perusahaan- perusahaan pertambangan timah negara untuk kemudian pada tahun 1968 dikonsolidasikan dengan 3 (tiga) Perusahaan Negara hasil nasionalisasi dari perusahaan tambang timah sebelum kemerdekaan yaitu Banka Tin Winning Bedrijf (BTW), Gemeenschappelijke Mijnbouw Billiton Maatschappij (GMB) dan NV.

Singkep Tin Exploitatie Maatschappij (NV. SITEM) menjadi Perusahaan Negara (PN) Tambang Timah.

Perseroan melakukan penawaran umum perdana di pasar Indonesia) dan London Stock Exchange pada tanggal 19 Oktober 1995. Sejak itu, 35% saham Perseroan dimiliki oleh masyarakat dalam dan luar negeri, dan Negara Republik Indonesia masih sebagai pemegang saham utama dan pengendali dengan kepemilikan saham sebesar 65%. Pada tanggal 27 November 2017, PT Indonesia Asahan Aluminium (Persero) atau INALUM resmi menjadi BUMN Holding Industri Pertambangan kemudian bertransformasi menjadi Mining Industry Indonesia (MIND ID) pada tanggal 17 Agustus 2019. MIND ID menguasai saham milik Pemerintah Indonesia pada Perseroan sebesar 65%.

Berada di negara kepulauan, Perseroan melakukan operasi penambangan di daratan dan lepas pantai serta senantiasa melakukan kegiatan eksplorasi baik di darat maupun di laut untuk menjelajah dan meningkatkan kapasitas produksi dengan berpedoman pada penambangan yang baik. Dengan melakukan proses pengolahan dan peleburan yang baik, Perseroan dapat menghasilkan logam timah berkualitas tinggi hingga dapat memenuhi tidak hanya pasar domestik tetapi juga pasar internasional. Saat ini Perseroan dikenal sebagai perusahaan penghasil logam timah terbesar kedua di dunia dan sedang dalam proses mengembangkan usahanya di luar penambangan timah

● Struktur Grup Perseroan



PETA WILAYAH OPERASIONAL



Kepulauan Bangka Belitung

Bangka Belitung Island

- Kantor Pusat PT TIMAH Tbk
- PT Dok & Perkapalan Air Kantung
- PT Timah Agro Manunggal
- Division Processing & Refinery
- Area Belitung
Belitung Area

- Area Bangka Selatan
South Bangka Area
- Area Bangka Utara
North Bangka Area

Kalimantan Selatan

South Kalimantan
PT Tanjung Alam Jaya

Sulawesi Tenggara

Southeast Sulawesi
PT Timah Investasi Mineral

Penambangan Nikel
Nickel Mining



**bangunan/
an Properti**
er/Housing Property

**Teknik dan Perbaikan
Galangan Kapal**
Shipyard Engineering and
Repair

Jakarta

- Kantor Perwakilan Jakarta
- PT Timah Investasi Mineral
- PT Timah Karya Persada Properti
- PT Tim Silika Nusantara
- PT Tim Indotama Mineral

Kepulauan Riau

Riau Island
Area Kundur
Kundur Area

Cilegon, Banten

PT Timah Industri

Lombok Timur

East Lombok
PT Dok & Perkapalan Air Kantung

Kegiatan utama perusahaan berupa penambangan timah dan melakukan jasa pemasaran kepada kelompok usaha mereka. PT TIMAH Tbk melakukan operasi penambangan baik di daratan maupun di lepas pantai dengan senantiasa melakukan kegiatan eksplorasi baik di darat maupun di laut untuk menjelajah dan meningkatkan kapasitas produksi.



Gambar 3 Kegiatan Penambangan Timah Darat



Gambar 4 Kegiatan Penambangan Timah Laut

Proses pengolahan dan peleburan bijih timah dilakukan untuk menghasilkan logam timah dengan kualitas tinggi. Dengan demikian, PT

TIMAH Tbk bisa memenuhi tidak hanya pasar domestik tetapi juga pasar internasional. Saat ini, PT TIMAH Tbk dikenal sebagai perusahaan produsen logam timah terbesar kedua di dunia.



Gambar 5 Proses Pengolahan dan Peleburan Bijih Timah

PT TIMAH memasarkan produknya melalui distributor di negara destinasi ekspor, lalu dipasarkan kepada industri yang memanfaatkan timah sebagai bahan bakunya seperti industri solder, tin chemical, tin plate, batteries, copper alloy, dan industri timah bernilai tambah lainnya. Saat ini Perseroan juga sudah memiliki industri hilir yang

digarap anak perusahaan yang berlokasi di Cilegon Banten untuk memproduksi *tin chemical* dan *tin solder* walau penetrasi pasarnya belum besar.



Gambar 6 Negara Penghasil Timah

Perseroan telah menghasilkan produk logam timah berkualitas tinggi dan bersertifikasi dan terdaftar di *The London Metal Exchange* (LME) dan Bursa Komoditi Derivatif Indonesia (BKDI). Selain dipasarkan di dalam negeri, produk yang dihasilkan juga telah diperdagangkan di pasar bursa logam internasional karena telah tersertifikasi (*weight and analysis certificate*) yang mengacu pada standar internasional.

VISI MISI PERUSAHAAN

VISI

Menjadi perusahaan pertambangan terkemuka di dunia yang ramah lingkungan.

MISI

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

NILAI NILAI & BUDAYA PERUSAHAAN

PT TIMAH Tbk mewujudkan peran Perseroan sebagai mesin pertumbuhan ekonomi, akselerator, kesejahteraan sosial serta mendukung peningkatan kinerja secara berkelanjutan, Perseroan sebagai bagian dari BUMN telah menetapkan pedoman implementasi *Core Values* AKHLAK (Amanah, Kompeten, Harmonis, Loyal, Adaptif, Kolaboratif) sebagai identitas dan perekat budaya kerja untuk dapat diterapkan secara sungguh-sungguh dan konsisten oleh setiap insan perusahaan. Dengan demikian, Perseroan berharap dapat membangun Sumber Daya Manusia yang memiliki loyalitas yang tinggi terhadap Perseroan dan berintegritas sesuai dengan nilai-nilai Utama yaitu AKHLAK.

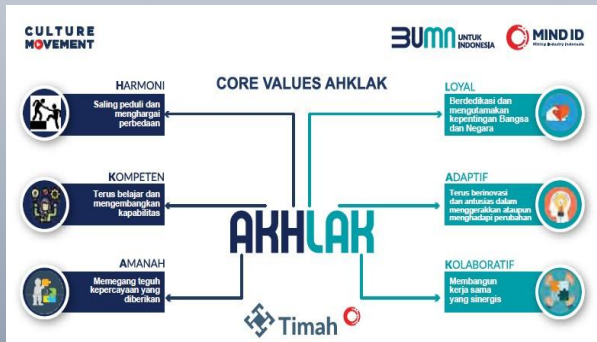
Penerapan budaya perusahaan dan nilai-nilai utama (*Core Values*) di lingkungan Perseroan, sebagai berikut:

1. Perseroan selaku anggota MIND ID menjadikan *Noble Purpose* MIND ID sebagai landasan Perseroan beroperasi – *We Explore Natural Resources for Civilization, Prosperity and A Brighter Future*.



2. Dalam kapasitasnya sebagai anggota MIND ID yang berstatus BUMN, maka nilai-nilai perusahaan atau *Core Values* yang sebelumnya ada digantikan dengan *Core Values* BUMN, yaitu AKHLAK, yang merupakan akronim dari:

- | | |
|-------------|----------------|
| a. Amanah | d. Loyal |
| b. Kompeten | e. Adaptif |
| c. Harmoni | f. Kolaboratif |



3. Perseroan juga mengimplementasikan MIND ID Key Behaviours yaitu:
- Agile* atau tanggap terhadap tantangan baru
 - Going Extra Miles* atau bekerja melampaui target
 - Accountable* atau bertindak dengan penuh tanggung jawab



4. Untuk memastikan efektivitas implementasi dan internalisasi *Noble Purpose*, *Core Values* BUMN (AKHLAK) dan *Key Behaviours* MIND ID, Perseroan telah menyusun rangkaian program Budaya Perusahaan yang memenuhi 3 (tiga) aspek penting/kegiatan utama, yaitu:
 - a. Komitmen Pimpinan (*Leadership*)
 - b. Sistem (*System*)
 - c. Simbol (*Symbol*)
5. Perseroan juga melakukan pengukuran tingkat keberhasilan melalui survei, *Focus Group Discussion* (FGD), wawancara, survei multi-rater dan observasi, untuk mengetahui efektivitas keberhasilan transformasi budaya Perusahaan, baik di tahap penerimaan serta perubahan perilaku yang melibatkan seluruh karyawan.

PENGHARGAAN & SERTIFIKASI

PENGHARGAAN

PENGHARGAAN YANG DIPEROLEH DI TAHUN 2025

AWARDS ACHIEVED IN 2025

Tanggal Date	Nama Penghargaan Award Name	Pemberi Penghargaan Awarding Institution
Nasional		
National		
19 Februari 2025 February 19, 2025	PT TIMAH (Persero) Tbk Raih Penghargaan Digital Sustainability Awards 2025 PT TIMAH (Persero) Tbk Wins the Digital Sustainability Awards 2025	Plus Idea Komunika bersama JakTV
25 Februari 2025 February 25, 2025	Best Stock Awards 2025 Kategori BUMN & Anak Usaha BUMN Sektor Barang Baku Middle Cap Best Stock Awards 2025: State-Owned Enterprises & Subsidiaries Category, Raw Materials Sector, Mid-Cap	Investortrust and Infovesta
27 Februari 2025 February 27, 2025	PT TIMAH (Persero) Tbk raih penghargaan PROPER HIJAU PT TIMAH (Persero) Tbk Wins the PROPER GREEN Award	KLHK RI
31 Juli 2025 July 31, 2025	Penghargaan Energy & Mining Forum (EMF) 2025 dari Kementerian ESDM Energy & Mining Forum (EMF) 2025 Award from the Ministry of Energy and Mineral Resources	Kementerian ESDM RI Ministry of Energy and Mineral Resources
28 Agustus 2025 August 28, 2025	BAZNAS Award 2025	BAZNAS RI
18 September 2025 September 18, 2025	Penghargaan ENSIA ENSIA Award	PT SUCOFINDO
19 September 2025 September 19, 2025	Penghargaan PRISMA 2025 PRISMA Award 2025	Kementerian HAM RI Ministry of Human Rights
14 November 2025 November 14, 2025	PT TIMAH (Persero) Tbk Raih penghargaan ESG Leadership Awards 2025 Kategori Leadership AAA PT TIMAH (Persero) Tbk Wins the ESG Leadership Awards 2025 – AAA Leadership Category	Bumi Global Karbon (BGK) Foundation
1 Desember 2025 December 1, 2025	PT TIMAH (Persero) Tbk kembali meraih Gold Rank dalam ajang Asia Sustainability Reporting Rating (ASRRAT) 2025. PT TIMAH (Persero) Tbk Again Achieves Gold Rank at the Asia Sustainability Reporting Rating (ASRRAT) 2025	National Center for Corporate Reporting (NCCR)
Internasional		
International		
23 Oktober 2025 October 23, 2025	APAC Tin Conference kategori "Tier 1 Tin Ingot Smelting"	Shanghai Metal Market (SMM)

1



2 Februari 2024
February 2, 2024



Penghargaan kepada Instansi yang berpartisipasi dalam pembangunan kota Pangkalpinang.
Award for Institutions Participating in the Development of Pangkalpinang City.



Kategori: Partisipasi melalui kontribusi terhadap kesadaran dan kepatuhan kewajiban pembayaran pajak daerah
Category: Participation through contributions to awareness and compliance with local tax payment obligations.



Pemerintah Kota Pangkalpinang
Pangkalpinang City Government

2



6 Maret 2024
March 6, 2024



Customs Award Kantor Pengawasan dan Pelayanan Bea dan Cukai Tipe Madya Pabean C (KPPBC TMP) Kota Pangkalpinang Tahun 2021.

Customs Award by the Supervision and Service Office of Medium Customs and Excise Type C (KPPBC TMP) of Pangkalpinang City, 2021.



Kategori : Penyumbang Bea Masuk Terbesar dan Penyumbang Devisa Hasil Ekspor Terbesar

Category: Largest Import Duty Contributor and Largest Foreign Exchange Contributor from Export Revenues.



Bea Cukai Pangkalpinang
Pangkalpinang Customs and Excise

3



28 Maret 2024
March 28, 2024



Paritran Award 2024



PT TIMAH Tbk sebagai Terbaik kesatu Paritran Award Tahun 2024 Provinsi Bangka Belitung kategori Pertambangan, Manufaktur dan Jasa

PT TIMAH Tbk. awarded First Place in the Paritran Award 2024 for the Bangka Belitung Province in the Mining, Manufacturing, and Services category.



BPJS Tenaga Kerja
BPJS Employment

4



8 Agustus 2024
August 8, 2024



Katadata ESG Index Award 2024
2024 ESG Index Award Katadata



Mining Category



Katadata

5



10 Oktober 2024
October 10, 2024



Darma Karya Energi dan Sumber Daya Mineral 2024
Darma Karya Energy and Mineral Resources Award 2024



4 Karyawan PT TIMAH Tbk raih Penghargaan Darma Karya Madya (Arief Rachman, Dedy Firmansyah, Rais Fikry, dan Rizki Agustiani)
Four employees of PT TIMAH Tbk received the Darma Karya Madya Award (Arief Rachman, Dedy Firmansyah, Rais Fikry, and Rizki Agustiani).



Kementerian ESDM
Ministry of Energy and Mineral Resources

6



31 Oktober 2024
October 31, 2024



Top Human Capital Award 2024



PT TIMAH Tbk raih penghargaan Top Human Capital Award 4 stars
PT TIMAH Tbk received the Top Human Capital Award 4 Stars.



Top Business

7



31 Oktober 2024
October 31, 2024



TOP Human Capital Award 2024



Direktur SDM PT TIMAH Tbk, Hendra Kusuma Wardana raih penghargaan The High Performing Human Capital Director 2024
PT TIMAH Tbk's Director of HR, Hendra Kusuma Wardana, received the High Performing Human Capital Director 2024 award.



Top Business

8



11 November 2024
November 11, 2024



Malam Apresiasi Mitra BAZNAS 2024
BAZNAS Partners Appreciation Night 2024



PT TIMAH Tbk berperan meningkatkan literasi zakat infak sedekah dan pelayanan zakat penghasilan karyawan
PT TIMAH Tbk played a role in enhancing literacy on zakat, infak, and sadaqah, as well as improving zakat services for employee income.



BAZNAS RI

9



21 November 2024
November 21, 2024



Asia Sustainability Reporting Rating (ASRRAT)



PT TIMAH Tbk raih penghargaan *Gold Rank 2024 Asia Sustainability Reporting Rating (ASRRAT)*
PT TIMAH Tbk received the Gold Rank in the 2024 Asia Sustainability Reporting Rating (ASRRAT).



National Center for Sustainability Reporting (NCSR)

10



26 November 2024
November 26, 2024



Kinerja Pengembangan Pemberdayaan Masyarakat dan Batubara, Tambang Menyejahterakan Masyarakat (Tamasya) Award 2024
Community Empowerment and Coal Development Performance, Tambang Menyejahterakan Masyarakat (Tamasya) Award 2024.



Kategori : Implementasi Bidang Tingkat Pendapatan Riil atau Pekerjaan
Category: Implementation in the Field of Real Income Level or Employment.



Kementerian ESDM
Ministry of Energy and Mineral Resources

11



28 November 2024
November 28, 2024



The 15th IICD Corporate Governance (CG) Conference and Award 2024



PT TIMAH Tbk raih penghargaan Top 50 MID Capitalization Public Listed Company
PT TIMAH Tbk received the Top 50 MID Capitalization Public Listed Company award.



Indonesian Institute for Corporate Directorship (IICD) bekerja sama dengan Media Investortrust.
Indonesian Institute for Corporate Directorship (IICD) in collaboration with Media Investortrust.

12



6 Desember 2024
December 6, 2024



TOP Digital Implementation 2024



PT TIMAH Tbk raih penghargaan Top Digital Implementation 2024 dengan level bintang 5
PT TIMAH Tbk received the Top Digital Implementation 2024 award with a 5-Star Level.



Majalah IT Works
IT Works Magazine

13



6 Desember 2024
December 6, 2024



TOP Digital Implementation 2024



Direktur Utama PT TIMAH Tbk, Ahmad Dani Virsal meraih penghargaan Top Leader on Digital Implementation 2024
President Director of PT TIMAH Tbk, Ahmad Dani Virsal, received the Top Leader on Digital Implementation 2024 award.



Majalah IT Works
IT Works Magazine

14



10 Desember 2024
December 10, 2024



Customer Relationship Management (CRM) Perusahaan Peserta BPJS Ketenagakerjaan Kantor Cabang Pangkalpinang.
Customer Relationship Management (CRM) for BPJS Employment Participant Companies of Pangkalpinang Branch Office



PT TIMAH Tbk sebagai Perusahaan dengan Kepedulian Tinggi atas Perlindungan Jaminan Sosial Ketenagakerjaan Bagi Pekerja Rentan di Bangka Belitung.

PT TIMAH Tbk. was recognized as a Company with High Concern for Employment Social Security Protection for Vulnerable Workers in Bangka Belitung.



BPJS Ketenagakerjaan Pangkalpinang
BPJS Employment of Pangkalpinang

15



19 Desember 2024
December 19, 2024



Penghargaan Kontribusi pajak dan pendapatan negara bukan pajak.
Tax Contribution and Non-Tax State Revenue



PT TIMAH Tbk sebagai wajib pajak badan atas pembayaran pajak bumi dan bangunan terbesar di Bangka Barat
PT TIMAH Tbk. was recognized as a corporate taxpayer for the largest land and building tax payment in West Bangka.



Pemerintah Kabupaten Bangka Barat
West Bangka Regency Government

SERTIFIKASI

SERTIFIKASI YANG MASIH BERLAKU DI TAHUN 2025

CERTIFICATION THAT ARE STILL VALID IN 2025

Tanggal Perolehan Certification Date	Uraian Description	Ruang Lingkup Sertifikasi Certification Scope	Diberikan Oleh Certified by	Masa Berlaku Hingga Validity Period
Internasional International				
16 Mei 2024 May 16, 2024	ISO 45001:2018 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Occupational Health and Safety Management System	PT TIMAH (Persero) Tbk - Divisi Pengolahan & Peleburan Site Mentok Pengolahan bijih timah, penyiapan bahan untuk peleburan, pemurnian & pengecoran, serta pendukung lainnya seperti teknik mesin & listrik, gudang logistik dan sistem telekomunikasi PT TIMAH (Persero) Tbk - Muntok Metallurgical Unit Processing of tin ore, preparation of materials for smelting, refining & casting, as well as supporting functions such as mechanical and electrical engineering, logistics warehouse, and telecommunication systems.	SGS United Kingdom Ltd.	30 Maret 2027 March 30, 2027
27 April 2023 April 27, 2023	ISO 45001:2018 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Occupational Health and Safety Management System	PT TIMAH (Persero) Tbk Pengolahan dan Peleburan Unit Produksi Kundur Pengolahan bijih timah, persiapan bahan untuk peleburan, pemurnian, pengecoran, dan proses pendukung lainnya. PT TIMAH (Persero) Tbk - Processing and Smelting of Kundur Production Unit Processing of tin ore, preparation of materials for smelting, refining, casting, and other supporting processes.	SGS United Kingdom Ltd.	27 April 2026 April 27, 2026
20 November 2024 November 20, 2024	ISO 14001: 2015 Sistem Manajemen Lingkungan Environmental Management System	PT TIMAH (Persero) Tbk - Divisi Pengolahan & Peleburan Site Mentok Pengolahan bijih timah, penyiapan bahan untuk peleburan, pemurnian & pengecoran, dan kemudian pendukung lainnya seperti teknik mesin & listrik, gudang logistik & sistem telekomunikasi. PT TIMAH (Persero) Tbk - Muntok Metallurgical Unit Processing of tin ore, preparation of materials for smelting, refining and casting, as well as supporting functions such as mechanical & electrical engineering, logistics warehouse, & telecommunication systems.	SGS United Kingdom Ltd.	12 Oktober 2027 October 12, 2027

Tanggal Perolehan Certification Date	Uraian Description	Ruang Lingkup Sertifikasi Certification Scope	Diberikan Oleh Certified by	Masa Berlaku Hingga Validity Period
24 November 2025 November 24, 2025	ISO 14001: 2015 Sistem Manajemen Lingkungan Environmental Management System	PT TIMAH (Persero) Tbk Pengolahan dan Peleburan Unit Produksi Kundur Pengolahan bijih timah, persiapan bahan untuk peleburan, pemurnian, pengecoran, dan proses pendukung lainnya. PT TIMAH (Persero) Tbk – Processing and Smelting of Kundur Production Unit Processing of tin ore, preparation of materials for smelting, refining, casting, and other supporting processes.	SGS United Kingdom Ltd.	24 November 2028 November 24, 2028
6 Oktober 2023 October 6, 2023	ISO 14001: 2015 Sistem Manajemen Lingkungan Environmental Management System	PT TIMAH (Persero) Tbk - TB. Batu Besi	Asia Certification	5 Oktober 2026 October 5, 2026
8 Mei 2025 May 8, 2025	ISO 9001:2015 Sistem Manajemen Mutu Quality Management System	PT TIMAH (Persero) Tbk Pengolahan mineral timah, peleburan timah, pemurnian dan pengecoran Banka, Banka Low Lead, Banka Four-nine, Muntok. PT TIMAH (Persero) Tbk Processing of tin minerals, tin smelting, refining and casting of Banka, Banka Low Lead, Banka Four-Nine, and Muntok.	SGS United Kingdom Ltd.	18 April 2028 April 18, 2028
27 April 2023 April 27, 2023	ISO 9001:2015 Sistem Manajemen Mutu Quality Management System	PT TIMAH (Persero) Tbk Pengolahan dan Peleburan Unit Produksi Kundur Pengolahan dan peleburan mineral timah, pemurnian dan pengecoran di Kundur. PT TIMAH (Persero) Tbk –Processing and Smelting of Kundur Production Unit Processing and smelting of tin minerals, refining and casting in Kundur.	SGS United Kingdom Ltd.	20 Februari 2026 February 20, 2026
2 Juni 2025 June 2, 2025	SNI ISO/IEC 17025:2017 Persyaratan Umum Untuk Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories	PT TIMAH (Persero) Tbk Laboratorium Pengujian Unit Metalurgi Muntok PT TIMAH (Persero) Tbk - Testing Laboratory of Muntok Metallurgical Unit	Komite Akreditasi Nasional (KAN) National Accreditation Committee (KAN)	1 Juni 2030 June 1, 2030
7 Agustus 2021 August 7, 2021	SNI ISO/IEC 17025:2017 Persyaratan Umum Untuk Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories	PT TIMAH (Persero) Tbk Laboratorium Pengujian Unit Metalurgi Kundur PT TIMAH (Persero) Tbk - Testing Laboratory of Kundur Metallurgical Unit	Komite Akreditasi Nasional (KAN) National Accreditation Committee (KAN)	6 Agustus 2026 August 6, 2026
11 Januari 2023 January 11, 2023	ISO/IEC 27001:2013 Sistem Manajemen Keamanan Informasi Information Security Management System	PT TIMAH (Persero) Tbk Sistem manajemen keamanan informasi untuk pusat data fisik dan layanan ERP untuk aplikasi Sistem Informasi Produksi (SIPRO). PT TIMAH (Persero) Tbk An information security management system for physical data centers and ERP services for the Production Information System (SIPRO) application.	The British Standards Institution (BSI)	10 Januari 2026 January 10, 2026

Tanggal Perolehan Certification Date	Uraian Description	Ruang Lingkup Sertifikasi Certification Scope	Diberikan Oleh Certified by	Masa Berlaku Hingga Validity Period
31 Desember 2023 December 31, 2023	SNI ISO 37001:2016 Sistem Manajemen Anti Penyuapan Anti-Bribery Management System	PT TIMAH (Persero) Tbk Divisi Hukum Perusahaan, Divisi Pemasaran, Divisi Pengadaan, Unit Produksi Darat Bangka, Divisi Keuangan, Divisi Pengolahan, Divisi Sumber Daya Manusia dan Divisi Pembelajaran & Pengembangan SDM di Kantor Pusat PT TIMAH (Persero) Tbk. PT TIMAH (Persero) Tbk Corporate Legal Division, Marketing Division, Procurement Division, Bangka Onshore Production Unit, Finance Division, Processing Division, Human Capital Division, and Human Resources Learning & Development Division at PT TIMAH (Persero) Tbk Head Office.	SUCOFINDO	25 Agustus 2026 August 25, 2026
2 Juni 2025 June 2, 2025	ISO 50001:2018 Sistem Manajemen Energi Energy Management System	PT TIMAH (Persero) Tbk Pengolahan bijih timah, persiapan bahan untuk peleburan, pemurnian, dan pengecoran, serta layanan pendukung lainnya seperti teknik mesin dan kelistrikan, pergudangan logistik, dan sistem telekomunikasi PT TIMAH (Persero) Tbk Tin ore processing, Material preparation for Smelting, Refining & Casting and then other supporting such as Mechanic & Electrical Engineering, Logistic Warehouse & Telecommunication System	SGS ICS Italia S.r.l.	2 Juni 2028 June 2, 2028
16 Januari 2025 January 16, 2025	ISO/IEC 20000-1:2018 Sistem Manajemen Layanan TI IT Service Management System	PT TIMAH (Persero) Tbk Sistem manajemen layanan TI Divisi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) PT TIMAH (Persero) Tbk mendukung penyediaan Layanan ERP untuk Sistem Informasi Produksi Aplikasi (SIPRO) kepada pelanggan internal dari Kantor Pusat. Hal ini sesuai dengan katalog layanan terbaru. PT TIMAH (Persero) Tbk The IT service management system of Information and Communication Technology (ICT) Division of PT TIMAH (Persero) Tbk supporting the provision of ERP Service for Application Production Information System (SIPRO) to internal customer from Head Office. This is accordance with latest service catalogue.	The British Standards Institution (BSI)	15 Januari 2028 January 15, 2028

Tanggal Perolehan Certification Date	Uraian Description	Ruang Lingkup Sertifikasi Certification Scope	Diberikan Oleh Certified by	Masa Berlaku Hingga Validity Period
Internasional				
 16 Mei 2021 May 16, 2021	ISO 45001:2018 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Occupational Safety and Health Management System	PT TIMAH Tbk Unit Metalurgi Muntok Pengolahan bijih timah, penyiapan bahan untuk peleburan, pemurnian & pengecoran, serta pendukung lainnya seperti teknik mesin & listrik, gudang logistik dan sistem telekomunikasi. PT TIMAH Tbk, Muntok Metallurgical Unit Tin ore processing, materials preparation for smelting, refining & casting, as well as other support systems such as mechanical & electrical engineering, logistic warehouse & telecommunication system.	SGS United Kingdom Ltd.	30 Maret 2027 March 30, 2027
 27 April 2023 April 27, 2023	ISO 45001:2018 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Occupational Safety and Health Management System	PT TIMAH Tbk Pengolahan dan Peleburan Unit Produksi Kundur Pengolahan bijih timah, persiapan bahan untuk peleburan, pemurnian, pengecoran, dan proses pendukung lainnya. PT TIMAH Tbk, Processing and Smelting of Kundur Production Unit Tin ore processing, materials preparation for smelting, refining, casting, and also other supporting processes.	SGS United Kingdom Ltd.	27 April 2026 April 27, 2026
 20 November 2024 November 20, 2024	ISO 14001:2015 Sistem Manajemen Lingkungan Environmental Management System	PT TIMAH Tbk Pengolahan bijih timah, penyiapan bahan untuk peleburan, pemurnian & pengecoran, dan kemudian pendukung lainnya seperti teknik mesin & listrik, gudang logistik & sistem telekomunikasi. PT TIMAH Tbk Tin ore processing, materials preparation for smelting, refining & casting, as well as other support systems such as mechanical & electrical engineering, logistic warehouse & telecommunication system.	SGS United Kingdom Ltd.	12 Oktober 2027 October 12, 2027
 8 Februari 2023 February 8, 2023	ISO 14001:2015 Sistem Manajemen Lingkungan Environmental Management System	PT TIMAH Tbk Pengolahan dan Peleburan Unit Produksi Kundur Pengolahan bijih timah, persiapan bahan untuk peleburan, pemurnian, pengecoran, dan proses pendukung lainnya. PT TIMAH Tbk, Processing and Smelting of Kundur Production Unit Tin ore processing, materials preparation for smelting, refining, casting, and also other supporting processes.	SGS United Kingdom Ltd.	24 November 2025 November 24, 2025

Tanggal Perolehan Certification Date	Uraian Description	Ruang Lingkup Sertifikasi Certification Scope	Diberikan Oleh Certified by	Masa Berlaku Hingga Validity Period
 6 Oktober 2023 October 6, 2023	ISO 14001:2015 Sistem Manajemen Lingkungan Environmental Management System	PT TIMAH Tbk - TB. Batu Besi Tin Mining.	Asia Certification	5 Oktober 2026 October 5, 2026
 30 Mei 2022 May 30, 2022	ISO 9001:2015 Sistem Manajemen Mutu Quality Management System	PT TIMAH Tbk Pengolahan mineral timah, peleburan timah, pemurnian dan pengecoran Banka, Banka Low Lead, Banka Four-nine, Muntok PT TIMAH Tbk Tin mineral processing, tin smelting, refining, and casting of Banka, Banka Low Lead, Banka Four-Nine, Muntok	SGS United Kingdom Ltd.	18 April 2025 April 18, 2025
 27 April 2023 April 27, 2023	ISO 9001:2015 Sistem Manajemen Mutu Quality Management System	PT TIMAH Tbk Pengolahan dan Peleburan Unit Produksi Kundur Pengolahan dan peleburan mineral timah, pemurnian dan pengecoran di Kundur PT TIMAH Tbk, Processing and Smelting of Kundur Production Unit Tin mineral processing and smelting, refining, and casting of Kundur	SGS United Kingdom Ltd.	20 Februari 2026 February 20, 2026
 2 Juni 2020 June 2, 2020	SNI ISO/IEC 17025:2017 Persyaratan Umum Untuk Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi General Requirements for Competency of Testing Laboratories and Calibration Laboratories	PT TIMAH Tbk Laboratorium Penguji Unit Metalurgi Muntok PT TIMAH Tbk Kundur Metallurgical Unit Testing Laboratory	Komite Akreditasi Nasional (KAN) National Accreditation Body (KAN)	1 Juni 2025 June 1, 2025

Tanggal Perolehan Certification Date	Uraian Description	Ruang Lingkup Sertifikasi Certification Scope	Diberikan Oleh Certified by	Masa Berlaku Hingga Validity Period
 7 Agustus 2021 August 7, 2021	SNI ISO/IEC 17025:2017 Persyaratan Umum Untuk Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi General Requirements for Competency of Testing Laboratories and Calibration Laboratories	PT TIMAH Tbk Laboratorium Penguji Unit Metalurgi Kundur PT TIMAH Tbk Kundur Metallurgical Unit Testing Laboratory	Komite Akreditasi Nasional (KAN) National Accreditation Body (KAN)	6 Agustus 2026 August 6, 2026
 11 Januari 2023 January 11, 2023	ISO/IEC 27001:2013 Sistem Manajemen Keamanan Informasi Information Security Management System	PT TIMAH Tbk Sistem manajemen keamanan informasi pusat data fisik. PT TIMAH Tbk The information security management system of physical data center	The British Standards Institution (BSI)	31 Oktober 2025 October 31, 2025
 Desember 2023 December 31, 2023	SNI ISO 37001:2016 Sistem Manajemen Anti Penyuapan Anti-Bribery Management System	PT TIMAH Tbk Divisi Hukum Perusahaan, Divisi Pemasaran, Divisi Pengadaan, Unit Produksi Darat Bangka, Divisi Keuangan, Divisi Pengolahan, Divisi Sumber Daya Manusia dan Divisi Pembelajaran & Pengembangan SDM di Kantor Pusat PT TIMAH Tbk PT TIMAH Tbk Corporate Legal Division, Marketing Division, Procurement Division, Bangka Land Production Unit, Finance Division, Processing Division, Human Resources Division and Learning & Human Resources Development Division at the Head Office of PT TIMAH Tbk	SUCOFINDO	25 Agustus 2026 August 25, 2026

PROSES BISNIS PERUSAHAAN



Gambar 7 BPM Divisi Pengolahan dan Peleburan Kunder

1. Proses Pengolahan Bijih Timah

Bahan baku dalam proses pencucian di Bidang Pengolahan Mineral (BPM) adalah konsentrat bijih timah dari hasil pencucian di tambang. Di BPM kadar Sn ditingkatkan dari sekitar 30% menjadi > 70%. Proses pencucian di BPM terdiri dari 2 tahap, yaitu: proses basah dan proses kering.

Proses Basah:

Feed berasal dari tambang (Kapal Keruk/Kapal Isap Produksi) yang kadar rendah dimasukkan ke bak penampungan (Orebin) untuk mulai dilakukan pencucian dengan air tawar dengan cara menyemprot agar bijih timah masuk ke jig Harzt yg terdiri dari empat kompartemen A, B, C, D dan disini berlaku proses berdasarkan berat jenis, yang berat jenisnya tinggi akan lebih cepat turunnya ke kompartemen A dan B dan C hasilnya High grade dan segera di

keringkan melalui alat pengering RD (Rotary Dryer) dan untuk di kirim ke Peleburan. Proses pencucian basah dilakukan dengan menggunakan instalasi jig yang langsung menghasilkan konsentrat bijih timah dengan kadar Sn di atas 70 %. Byproduct dari proses ini berupa mineral-mineral ikutan berharga seperti ilmenit, zircon, xenotime dan monasite, serta Sisa Hasil Pengolahan (SHP) dan pasir.



Gambar 8 Peralatan Proses Basah

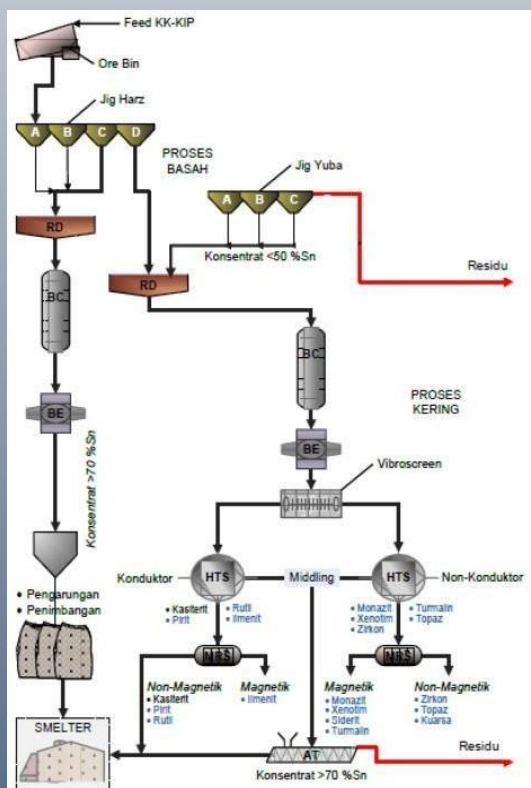
Mineral-mineral ikutan tersebut mineral monasit mengandung radioaktif. Sehingga monasite disimpan khusus mengikuti ketentuan penyimpanan bahan radioaktif yang disyaratkan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN).

Proses Kering:

Setelah selesai proses pencucian basah, konsentrat dikeringkan dengan rotary dryer (proses kering atau pemanggangan) untuk menghasilkan konsentrat bijih timah kering. Peralatan lain dalam pengolahan SHP adalah *High Tension Separator* (HTS), *Magnetic Separator* (MS), dan *Air Table*.



Gambar 9 Peralatan Proses Kering



Gambar 10 Flowchart Proses BPM

2. Proses Peleburan-Pemurnian



Gambar 11 Proses Smelter Kundur

Proses peleburan timah PT TIMAH Tbk Divisi Pengolahan dan Peleburan Kundur menggunakan tanur tetap (*stationary reverberatory furnace*). Bahan pokok peleburan timah adalah konsentrat timah berkadar 70% Sn yang berasal dari unit-unit penambangan timah di darat maupun laut dan diangkut ke Unit melalui darat dengan truk, dan melalui laut dengan menggunakan armada laut PT TIMAH Tbk Divisi Pengolahan dan Peleburan Kundur. Bahan baku yang lain adalah BBM, anthrasit dan batu kapur.

A. Peleburan Konsentrat

Konsentrat timah bersama anthrasit sebagai reduktor dan batu kapur sebagai flux. dicampurkan bersama beberapa macam bahan dari material sirkulasi, dalam komposisi berat yang ditentukan. Kemudian campuran tersebut dilebur dalam tanur pada temperatur operasi 1.300–1.350°C.

Selama proses berlangsung, terjadi pemisahan logam cair dari terak cair yang masih mengandung kadar timah cukup tinggi yang disebabkan oleh perbedaan berat jenis. Di dalam pelaksanaan penuangan (tapping) dari tanur, kedua jenis material tersebut akan dipisahkan oleh suatu *Syphon-box/Fore hearth* untuk keperluan pekerjaan tahap selanjutnya. Logam timah cair ditampung untuk diproses lagi di pemurnian, sedangkan terak cair digranulasikan dengan semprotan air bertekanan tinggi untuk disiapkan sebagai bahan baku pada peleburan tahap kedua.

Hasil proses peleburan lainnya berupa gas hasil pembakaran dan debu timah yang jumlahnya cukup banyak dan mengandung kadar timah 65-70% Sn. Debu timah ini ditangkap dengan mempergunakan bag house filter untuk diproses kembali bersama konsentrat.

B. Peleburan Tin Slag

Terak yang dihasilkan dari peleburan konsentrat masih mengandung 15-20% Sn dan 20-25 % Fe. Di dalam proses tahap kedua terak dicampur bersama anthrasit dan batu karang/batu kapur dalam komposisi berat yang ditentukan. Kemudian campuran tersebut dilebur di dalam tanur pada temperatur operasi 1.300°C – 1.350°C. Selama proses berlangsung, terjadi pembentukan alloy timah dengan besi yang dikenal sebagai hard

head, yang terpisah dari terak cair yang mengandung kadar timah + 1% Sn karena perbedaan berat jenisnya.

Hardhead yang dihasilkan ditampung dalam suatu float, sementara terak cair mengalir melalui float yang sama sebagai overflow untuk selanjutnya digranulasikan dengan semprotan air bertekanan tinggi. *Hardhead* yang ditampung di dalam *float* selanjutnya digranulasikan sehingga diperoleh butiran-butiran halus untuk mempermudah pengembalian ke dalam proses peleburan konsentrat. Pada peleburan terak ini juga dihasilkan gas hasil pembakaran dan timah (jumlahnya lebih sedikit dari yang dihasilkan pada peleburan konsentrat), yang kemudian ditangkap dengan menggunakan bag house filter dan dikembalikan ke dalam proses.

C. Pemurnian Logam Timah



Gambar 12 Kristalizer

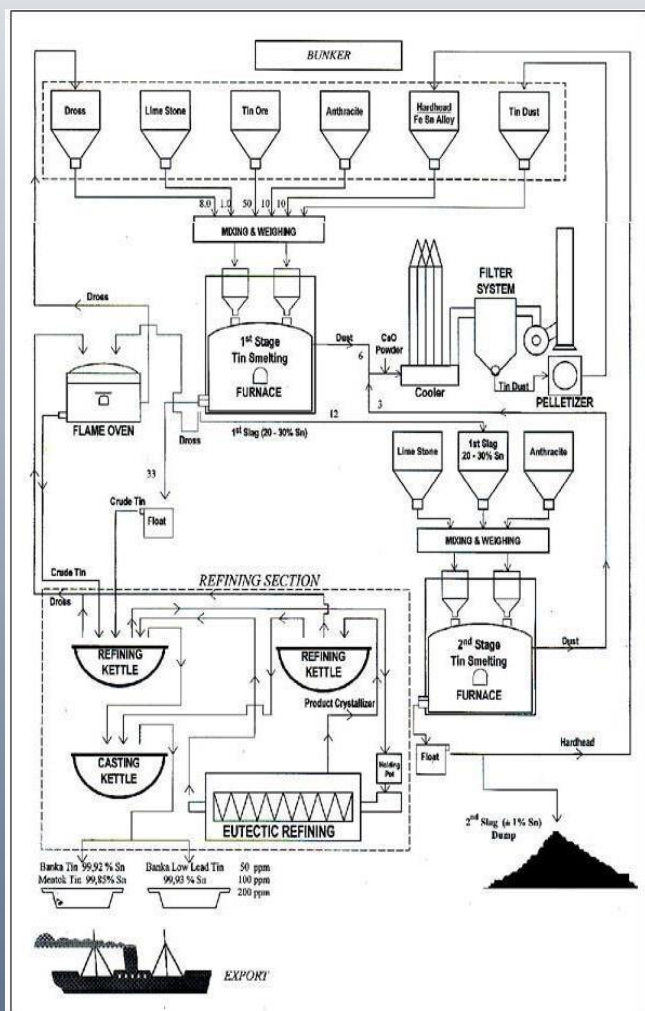
Logam timah cair yang dihasilkan dari peleburan konsentrat mempunyai kadar + 99,5 % Sn. Unsur-unsur pengotor yang pertama adalah besi, disamping ada unsur Pb, Cu, As, Sb, dan lain-lain yang umumnya jumlahnya relatif kecil/masih dibawah persyaratan.

Pemurnian yang dilakukan umumnya untuk menghilangkan atau mengeliminasi unsur pengotoran besi, yang dilakukan dengan menambah serbuk gergaji dan kemudian diaduk dengan mempergunakan stirrer pada temperatur 400°C. Kotoran yang terjadi mengapung diatas serbuk dross, dan dengan menggunakan sekop diambil untuk dikembalikan ke dalam proses peleburan konsentrat.

Unsur pengotor lainnya tidak memerlukan langkah pemurnian yang khusus tetapi cukup dengan pencampuran (*blending*) saja. Meskipun demikian untuk unsur As perlu dicatat bahwa apabila diperlukan pemurnian, ditambahkan logam aluminium selama proses stirring, untuk mengikat Arsen menjadi senyawa Alas, yang dapat dipisahkan bersama dross.

Senyawa Alas didalam dross ini sangat reaktif terhadap uap H_2O dan dapat membentuk gas Arsine (AsH_3) yang sangat beracun. Oleh sebab itu penanganan terhadap dross Alas dilakukan dengan sangat hati-hati. Untuk mencegah kemungkinan terjadinya pemurnian logam timah terhadap As,

biasanya eliminasi Arsen dilakukan dengan roasting konsentrat yang mengandung Arsen tinggi, pada suasana atmosfer yang agak reduktif atau dengan melakukan *blending*.



Gambar 13 Proses Produksi

TINJAUAN PUSTAKA

Efisiensi Energi

Efisiensi energi ialah ukuran sejauh mana suatu sistem atau proses mampu menghasilkan output yang diinginkan dengan menggunakan sejumlah energi yang sesedikit mungkin. Dalam konteks ini, efisiensi energi dapat didefinisikan sebagai rasio antara output energi yang berguna dengan input energi yang digunakan. Semakin tinggi efisiensi energi, semakin baik sistem atau proses tersebut dalam memanfaatkan energi yang tersedia. Sedangkan, berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 33 tahun 2023 tentang Konservasi Energi, konservasi energi didefinisikan sebagai upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya.

Penggunaan energi telah berkembang dalam 30 tahun terakhir seiring dengan pertumbuhan penduduk dan ekonomi. Menurut Julianto & Sunaryo (2020) Bahan bakar memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Bahan bakar minyak (BBM) merupakan kebutuhan pokok bagi masyarakat desa maupun perkotaan baik untuk keperluan rumah tangga maupun perusahaan, selain itu bahan bakar juga sangat penting bagi sektor transportasi maupun industri. Dalam sektor industri bahan bakar minyak sangat berperan penting dalam proses produksi sehingga sektor industri merupakan sektor dengan konsumsi BBM tertinggi ke dua setelah sektor transportasi pada tahun

2021. Oleh karena itu, sektor industri memiliki keharusan untuk mengurangi konsumsi energi melalui Efisiensi bahan bakarnya. Sebagai efek dari pentingnya peraturan terhadap pencemaran lingkungan hidup, maka perusahaan terus berinovasi untuk menciptakan mesin maupun sistem produksi dengan tenaga yang maksimal dan efisiensi bahan bakar.

Emisi Gas Rumah Kaca dan Konvensional

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lainnya ke dalam Udara Ambien oleh kegiatan manusia sehingga melampaui Baku Mutu Udara Ambien yang telah ditetapkan.

Pencemaran udara dapat dikategorikan menjadi 4 bagian, yaitu berdasarkan sumber, ukuran, komposisi kimia, dan tempat emisinya. Pencemaran udara berdasarkan sumber dibagi menjadi pencemar primer dan pencemar sekunder. Pencemar primer adalah pencemar yang dilepaskan langsung dari sumber tertentu ke atmosfer seperti SO_2 , CO , dan PM . pencemar primer dengan gas – gas di atmosfer seperti O_3 . Untuk berdasarkan kategori tempat emisinya dibagi menjadi pencemaran udara dalam ruang dan luar ruangan (Sutrisno et al., 2016).

Emisi konvensional mengacu pada emisi polutan yang dihasilkan oleh proses pembakaran bahan bakar fosil atau aktivitas industri

konvensional. Ini termasuk emisi gas buang seperti karbon dioksida (CO_2), sulfur dioksida (SO_x), nitrogen oksida (NO_x), karbon monoksida (CO), partikel-partikel padat (PM), dan zat-zat berbahaya lainnya. Sedangkan, Emisi Gas Rumah Kaca atau GRK adalah emisi gas-gas yang dapat menyebabkan efek rumah kaca, yang pada gilirannya berkontribusi pada pemanasan global dan perubahan iklim. Dalam hal ini, beberapa emisi konvensional juga berkontribusi pada efek rumah kaca seperti CO_2 .

Menurut Peningkatan emisi GRK atau *greenhouse gases* (GHG), aktivitas manusia menghasilkan kontribusi besar terhadap terjadinya pemanasan global yang telah berdampak pada perubahan iklim tersebut. IPCC (2014) mencatat emisi GRK global telah meningkat sekitar 90% dalam kurun waktu 1970 – 2010 dengan kenaikan absolut terbesar terjadi pada periode 2000 – 2010. Emisi Karbon dioksida (CO_2) dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar fosil berkontribusi sekitar 78% (Kusumawardani, 2021). Untuk mengurangi pencemaran emisi, diperlukan langkah-langkah:

- a. Meningkatkan efisiensi energi
- b. Memperkenalkan sumber energi yang lebih bersih seperti energi terbarukan
- c. Mengadopsi teknologi pengendalian polusi yang lebih efektif
- d. Mengubah pola konsumsi energi yang berkelanjutan.

Air Limbah Domestik

Air limbah secara umum yang dikutip dari Metcalf & Eddy (2003) adalah campuran yang berasal dari cairan atau limbah cair yang membawa sampah yang berasal dari industri, daerah pemukiman, daerah perdagangan, dan perkantoran yang bercampur dengan air hujan, air permukaan, dan air tanah. Air limbah dapat dibagi menjadi dua berdasarkan sumbernya, yaitu air limbah domestik dan air limbah non domestik. Kedua jenis air limbah tersebut apabila tidak diolah sebelum dibuang ke badan air, maka dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia karena air limbah biasanya mengandung banyak bahan berbahaya atau pencemar.

Adapun di Indonesia, output pengolahan air limbah domestik diatur dalam peraturan perundang-undangan:

- a. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- b. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Baku mutu air limbah dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik memiliki pengertian sebagai ukuran batas atau kadar unsur pencemar atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan di buang atau

dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha atau kegiatan. Baku mutu digunakan sebagai dasar acuan hasil output pengolahan air limbah. Adapun berdasarkan peraturan yang dipakai, maka baku mutu air limbah domestik yang digunakan adalah PermenLHK No 68/2016.

Sebagaimana diketahui bahwa air limbah diolah sebelum dikembalikan ke badan air, dimana air limbah tersebut melewati serangkaian proses yang terkait penghilangan zat pencemar yang terkandung di dalamnya. Aplikasi metode pengolahan air limbah dapat disebut juga sebagai unit operasi. Metcalf & Eddy (2003), mengelompokkan unit operasi atau proses pengolahan sesuai dengan tingkat pengolahannya.

Pengolahan pendahuluan atau preliminary treatment dalam Davis (2009) mengacu pada unit operasi yang ditempatkan di awal Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Pengolahan ini memiliki 3 fungsi utama, yaitu untuk menghilangkan komponen atau materi padat yang belum diolah, untuk melindungi unit berikutnya, dan untuk meningkatkan performa pengolahan unit berikutnya. Adapun yang termasuk dalam unit pengolahan pendahuluan adalah sistem pemompaan, pengukuran debit, *screening*, *grit removal*, *grease trap* dan *flow equalization*.

Menurut Tillman (1992), *primary treatment* atau pengolahan pendahuluan dan pengolahan tingkat pertama digunakan untuk mengurangi beban organik pada pengolahan air limbah di proses selanjutnya dengan menghilangkan material yang dapat mengendap

(*settleable*), tersuspensi, dan mengambang dari influen air limbah yang masuk. *Primary treatment* yang efektif dapat menghilangkan hingga 90% padatan terendap, 40-60% padatan tersuspensi, dan 20-40% BOD. Adapun prinsip dari *primary treatment* adalah sedimentasi atau sering disebut sedimentasi pertama (*primary sedimentation*).

Menurut Davis (2009), diketahui bahwa *secondary treatment* atau tingkat pengolahan kedua merupakan unit pengolahan yang digunakan untuk mengoksidasi secara biologi dari pengolahan awal (*primary treatment*) dan menghilangkan padatan tersuspensi yang terdapat dalam air limbah. *Secondary treatment* juga biasa digunakan untuk pengolahan parameter nitrogen dan fosfor yang terkandung di dalam air. Pengolahan biologis dalam *secondary treatment* dapat dibagi ke dalam dua kategori, yaitu pengolahan dengan pertumbuhan tersuspensi dan pengolahan dengan pertumbuhan melekat.

Pengolahan tingkat tiga dari pengolahan air limbah biasa digunakan untuk menghilangkan material tersuspensi yang masih tersisa setelah pengolahan tingkat dua. Material ataupun teknik yang digunakan dalam pengolahan ini adalah media granular, filtrasi, maupun penyaringan mikro. Umumnya, disinfeksi juga turut menjadi bagian dalam pengolahan tingkat tiga. Disinfeksi merupakan suatu proses dimana terjadi penghancuran sebagian organisme yang dapat menyebabkan penyakit.

Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2021 Bahan Berbahaya dan Beracun adalah zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2001 B3 dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Mudah meledak (*explosive*);
- b. Pengoksidasi (*oxidizing*);
- c. Sangat mudah sekali menyala (*extremely flammable*);
- d. Sangat mudah menyala (*highly flammable*);
- e. Mudah menyala (*flammable*);
- f. Amat sangat beracun (*extremely toxic*);
- g. Sangat beracun (*highly toxic*);
- h. Beracun (*moderately toxic*);
- i. Berbahaya (*harmful*);
- j. Korosif (*corrosive*);
- k. Bersifat iritasi (*irritant*);
- l. Berbahaya bagi lingkungan (*dangerous to the environment*);
- m. Karsinogenik (*carcinogenic*);

- n. Teratogenik (*teratogenic*);
- o. Mutagenik (*mutagenic*).

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2021 Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Limbah B3) adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung B3. Pengelolaan Limbah B3 pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan/atau penimbunan. Setiap orang yang menghasilkan Limbah B3 wajib melakukan pengurangan limbah B3.

Pengurangan Limbah B3 dapat dilakukan melalui:

- a. Substitusi bahan;

Substitusi bahan dapat dilakukan melalui pemilahan bahan baku dan/atau bahan penolong yang semula mengandung B3 digantikan dengan bahan baku dan/atau bahan penolong yang tidak mengandung B3

- b. Modifikasi proses; dan/atau

Modifikasi proses dapat dilakukan melalui pemilahan dan penerapan proses produksi yang lebih efisien

- c. Penggunaan teknologi ramah lingkungan.

Prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*)

Berdasarkan Undang-Undang No.18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, sampah merupakan sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. *World Health Organization* (WHO) mendefinisikan sampah adalah sesuatu yang tidak

digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya (Chandra, 2006). Aktivitas manusia dari bangun tidur hingga tidak membahayakan dan melindungi investasi pembangunan (Subekti, 2009).

Menurut Gilbert dkk. Dalam Artiningsih (2008), sumber-sumber timbulan sampah adalah:

1. Sampah dari pemukiman penduduk

Merupakan sampah yang dihasilkan oleh suatu keluarga yang tinggal di dalam satu bangunan. Jenis sampahnya cenderung organik, seperti sisa makanan atau sampah yang bersifat basah, kering, abu plastik dan lainnya.

2. Sampah dari tempat-tempat umum dan perdagangan

Tempat umum yang dimaksud adalah tempat yang dimungkinkan banyaknya orang berkumpul dan melakukan kegiatan. Sedangkan untuk perdagangan termasuk pertokoan dan pasar. Jenis sampah yang dihasilkan adalah sisa makanan, sampah kering, abu, plastik, kertas dan kaleng-kaleng.

3. Sampah dari sarana pelayanan masyarakat milik pemerintah

Sampah yang dimaksud adalah tempat hiburan umum, pantai, masjid, rumah sakit, perkantoran dan sarana pemerintah lainnya. Sampah yang dihasilkan biasanya sampah kering dan sampah basah.

4. Sampah dari industri

Sampah ini dihasilkan dari pabrik-pabrik termasuk di dalamnya proses distribusi ataupun proses suatu bahan mentah. Sampah yang dihasilkan umumnya sampah basah, sampah kering, abu, sisa-sisa makanan dan sisa bahan bangunan.

5. Sampah pertanian

Sampah pertanian dihasilkan dari kegiatan pertanian misalnya sampah dari kebun, kandang, ladang atau sawah

Sampah yang akan dikelola dibedakan berdasarkan:

1. Sampah rumah tangga

Sampah ini dihasilkan dari kegiatan setiap hari kawasan komersil, kawasan industri pun meliputi fasilitas-fasilitas umum atau fasilitas lainnya.

2. Sampah sejenis sampah rumah tangga

Sampah ini dihasilkan dari kegiatan yang sumbernya sampah yang berasal dari kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum, dan/atau fasilitas lainnya.

3. Sampah spesifik yang dimaksudkan antara lain:

- a. Sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun;
- b. Sampah yang mengandung limbah bahan berbahaya dan beracun;
- c. Bongkaran bangunan;
- d. Sampah yang secara teknologi belum dapat diolah; dan/atau

- e. Sampah yang timbul secara tidak periodik.

Prinsip 3R (*Reduce*, *Reuse*, dan *Recycle*) dalam pengolahan sampah adalah urutan langkah yang diperlukan untuk memastikan pengelolaan sampah yang baik. Tujuan prinsip 3R adalah untuk mengurangi atau mencegah produksi sampah lebih awal. Permasalahan sampah plastik di Indonesia masih menjadi sesuatu yang mengkhawatirkan. Menurut indonesia.go.id, data Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS), dan Badan Pusat Statistik (BPS), sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton per tahun.

Sebanyak 3,2 juta ton diantaranya merupakan sampah plastik yang dibuang ke laut. Sedangkan, jumlah kantong plastik yang terbang ke lingkungan adalah sebanyak 10 miliar lembar per tahun atau sebanyak 85.000 ton kantong plastik. Indonesia menjadi salah satu penyumbang limbah plastik ke laut terbesar kedua di dunia. Pada tahun 2040, diperkirakan populasi plastik di laut Indonesia akan lebih besar daripada populasi ikan. Sebanyak 70% sampah plastik berpotensi masuk ke laut Indonesia, karena hampir 71% wilayah Indonesia adalah lautan. Oleh karena itu, prinsip 3R menjadi penting, sebagai salah satu solusi dalam pengurangan masalah sampah yang ada di Indonesia.

3R dari prinsip pengelolaan sampah adalah melalui prinsip *Reduce* timbulnya sampah akan berkurang sejak awal. Kemudian didukung dengan prinsip *Reuse* yang berfungsi agar sampah dapat digunakan kembali. Terakhir, prinsip *Recycle* dibutuhkan bila ingin mendaur ulang

sampah agar memiliki nilai ekonomis kembali. Setelah tahapan 3R masih ada tahapan berikutnya yaitu *Recover (Waste to Energy)* yang berfungsi untuk mengubah bahan-bahan yang tidak bisa lagi didaur ulang menjadi sumber energi atau bahan material yang ramah lingkungan. Tahap terakhir yaitu disposal, pengalokasian dan pengelolaan sampah-sampah yang tidak bisa didaur ulang dan dimanfaatkan kembali.

EcoFlow (*Process Optimization for Low-Energy Pumping in Mineral Processing*)

Oleh Amir Zambia

Pada proses pengolahan mineral timah di Unit *Shaking Table*, proses pencucian dan pemisahan bijih timah memanfaatkan aliran air sebagai media utama untuk memisahkan mineral berdasarkan perbedaan berat jenis. Ketersediaan air proses tersebut dipenuhi melalui pompa distribusi air yang beroperasi secara kontinu selama kegiatan produksi berlangsung. Sebelumnya, sistem pemisahan pada unit shaking table masih menggunakan konfigurasi dua jalur pemisahan (*two-stream output*). Konfigurasi tersebut belum mampu mengklasifikasikan material secara optimal dalam satu kali proses, sehingga hasil pemisahan masih memerlukan proses pencucian ulang (*re-washing*) hingga tiga siklus agar konsentrat timah, Mineral Ikutan Timah (MIT), dan pasir sisa dapat terpisah secara optimal.

Pengulangan proses pencucian tersebut menyebabkan kebutuhan air proses menjadi tinggi sehingga pompa distribusi air harus beroperasi lebih lama untuk memenuhi kebutuhan pencucian. Kondisi ini berdampak pada meningkatnya konsumsi energi listrik akibat tingginya jam operasi pompa, sekaligus meningkatkan penggunaan air bersih dalam proses produksi.



Gambar 14 Pompa 110 kWh

Kapasitas pompa 110 kWh yang beroperasi rata-rata 4,5 jam per hari membutuhkan konsumsi energi pada sistem eksisting mencapai 1.825,757 GJ/tahun selama periode operasional tahun 2025. Tingginya kebutuhan energi tersebut menunjukkan masih terdapat peluang peningkatan efisiensi proses melalui optimalisasi metode pemisahan material pada unit shaking table tanpa mengurangi kualitas hasil pengolahan. Oleh karena itu, perusahaan melakukan inovasi proses untuk meningkatkan efektivitas pemisahan material sehingga kebutuhan pencucian ulang dapat dieliminasi, penggunaan air dapat ditekan, serta konsumsi energi listrik pompa distribusi air dapat dikurangi.

Program inovasi ini berawal dari hasil evaluasi operasional yang dilakukan oleh karyawan Bidang Pengolahan Mineral terhadap tingginya konsumsi energi pada proses pencucian bijih timah di unit *shaking table*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kebutuhan energi yang tinggi bukan disebabkan oleh kapasitas pompa yang kurang efisien, melainkan oleh sistem pemisahan material yang masih memerlukan proses pencucian ulang (*re-washing*) hingga tiga kali untuk memperoleh hasil pemisahan yang optimal.

Hasil kajian tersebut melahirkan Program Inovasi EcoFlow (*Process Optimization for Low-Energy Pumping in Mineral Processing*), yaitu inovasi berupa modifikasi konfigurasi jalur pemisahan pada *shaking table* dari dua jalur (*two-stream output*) menjadi tiga jalur (*three-stream output*) sehingga material dapat dipisahkan secara optimal hanya dalam satu kali proses pencucian. Program inovasi ini merupakan upaya optimalisasi proses produksi yang berorientasi pada efisiensi penggunaan sumber daya air dan energi, tanpa mengurangi kualitas produk maupun kapasitas produksi perusahaan.



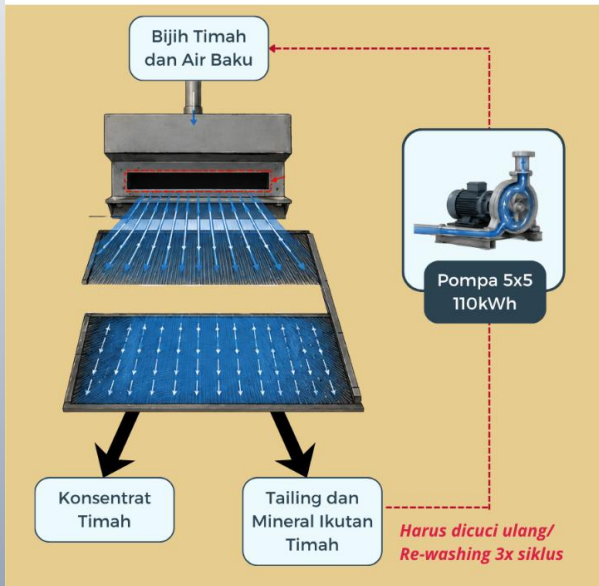
① Konsentrat ② Mineral Ikutan Timah ③ Pasir

Gambar 15 Pemisahan pada hasil akhir shaking table

Sebelum program inovasi diterapkan, unit shaking table menggunakan sistem dua jalur pemisahan (two-stream output) sehingga proses pemisahan konsentrat timah, mineral ikutan timah (MIT), dan pasir belum dapat dilakukan secara optimal dalam satu kali proses. Akibatnya, material harus mengalami proses pencucian ulang (*re-washing*) hingga tiga kali siklus, sehingga kebutuhan air proses menjadi tinggi dan pompa distribusi air harus beroperasi lebih lama untuk memenuhi kebutuhan pencucian.

SEBELUM PROGRAM

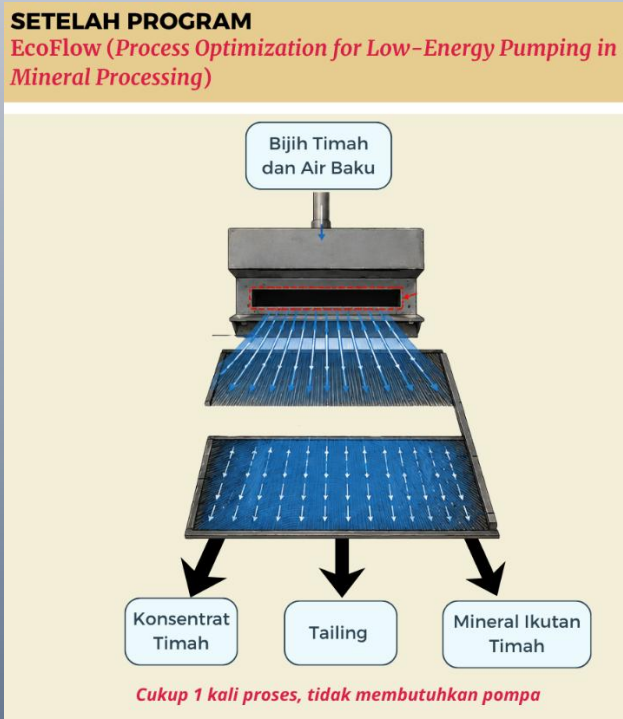
EcoFlow (Process Optimization for Low-Energy Pumping in Mineral Processing)



Gambar 16 Skema Sebelum Implementasi Ecoflow

Setelah implementasi Program EcoFlow (*Process Optimization for Low-Energy Pumping in Mineral Processing*), perusahaan melakukan modifikasi konfigurasi jalur pemisahan menjadi tiga jalur pemisahan (*three-stream output*). Modifikasi tersebut memungkinkan ketiga fraksi material, yaitu konsentrat timah, mineral ikutan timah (MIT), dan pasir, dipisahkan secara optimal hanya dalam satu kali proses

pencucian, sehingga kebutuhan *re-washing* berhasil dieliminasi. Berkurangnya frekuensi pencucian secara langsung menurunkan konsumsi energi sebanyak 1.825,757 GJ pada tahun 2025. Penurunan kebutuhan air tersebut juga berdampak pada berkurangnya jam kerja pompa distribusi air sehingga konsumsi energi listrik untuk kegiatan pencucian bijih timah ikut menurun tanpa memengaruhi kapasitas produksi maupun kualitas hasil pemisahan mineral.



Gambar 17 Skema Setelah Program

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 unit *shaking table* di proses Bidang Pengolahan Mineral (BPM). Melalui program ini, Perusahaan berusaha memberi kontribusi 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.

PAS (Power Adjustment System)

Oleh : Ellyza Anggita Putri

Pengolahan dan peleburan bijih timah membutuhkan pasokan energi listrik yang kontinu untuk mengoperasikan berbagai peralatan produksi, seperti pompa distribusi air, motor listrik, *conveyor*, *shaking table*, sistem penerangan, dan peralatan pendukung lainnya. Sumber energi listrik tersebut diperoleh dari Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) yang menggunakan bahan bakar solar sebagai energi utama.

Sebelum implementasi program inovasi, penyediaan energi listrik masih menggunakan genset berkapasitas 1300 kVA. Berdasarkan hasil evaluasi operasional, beban listrik aktual yang dilayani berada pada tingkat yang relatif lebih rendah dibandingkan kapasitas terpasang, sehingga genset beroperasi pada persentase pembebanan (*loading factor*) yang belum optimal. Kondisi tersebut menyebabkan efisiensi pembakaran bahan bakar belum mencapai titik operasi terbaik, sehingga konsumsi solar per satuan energi listrik yang dihasilkan masih relatif tinggi.



Gambar 18 Genset 1300 kVa

Pengoperasian genset dengan tingkat pembebanan yang rendah tidak hanya berdampak pada tingginya konsumsi bahan bakar, tetapi juga meningkatkan biaya operasional akibat kebutuhan solar yang lebih besar selama jam operasi. Selain aspek ekonomi, penggunaan bahan bakar fosil dalam jumlah yang lebih tinggi turut berkontribusi terhadap peningkatan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) serta emisi udara konvensional yang dihasilkan dari proses pembakaran. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pembangkitan listrik masih memiliki potensi peningkatan efisiensi melalui penyesuaian kapasitas pembangkit yang lebih sesuai dengan karakteristik kebutuhan beban aktual.

Sejalan dengan komitmen perusahaan dalam meningkatkan efisiensi energi, menekan biaya operasional, serta mendukung pencapaian target pengurangan emisi, diperlukan optimalisasi sistem penyediaan tenaga listrik melalui program *right sizing* genset berdasarkan evaluasi profil beban operasional dari 1300 kVA menjadi 910 kVA. Dengan kapasitas genset yang lebih proporsional terhadap kebutuhan daya aktual, diharapkan genset dapat beroperasi pada rentang pembebanan yang lebih optimal sehingga konsumsi bahan bakar solar dapat ditekan tanpa mengurangi keandalan pasokan listrik bagi kegiatan operasional.



Gambar 19 Genset 910 kVa

Asal usul ide perubahan atau inovasi berasal dari gagasan Tim Operasional PLTD terhadap pola pembebanan genset selama kegiatan produksi berlangsung. Sebelumnya, sistem penyediaan tenaga listrik pada area operasional masih menggunakan genset berkapasitas 1300 kVA sebagai sumber energi utama. Berdasarkan hasil evaluasi operasional, kapasitas genset tersebut lebih besar dibandingkan kebutuhan beban listrik aktual, sehingga pemanfaatan kapasitas genset belum berlangsung secara optimal. Kondisi ini menyebabkan tingkat pembebanan (*loading factor*) genset relatif rendah, sehingga konsumsi bahan bakar solar yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik menjadi lebih besar. Selama ini, menggunakan genset MTU Type 12 V 400 G63 yang membutuhkan konsumsi energi sebesar 9.933,840 GJ atau setara dengan 275.940,000 liter solar dan menghasilkan beban emisi gas rumah kaca sebanyak 736,098 Ton CO₂eq serta beban emisi konvensional sebanyak 1,239 Ton SO_x; 18,834 Ton NO_x; 1,324 Ton PM₁₀. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem penyediaan energi listrik masih memiliki peluang peningkatan efisiensi melalui penyesuaian kapasitas genset sesuai kebutuhan beban aktual.

SEBELUM PROGRAM

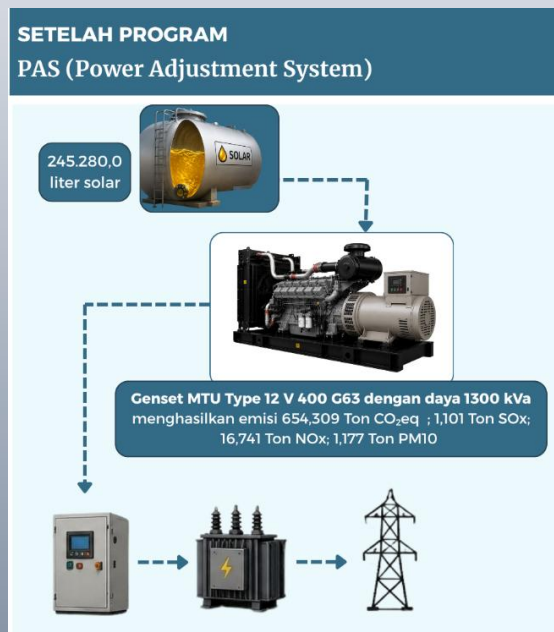
PAS (Power Adjustment System)



Gambar 20 Skema Sebelum Program

Setelah program dilaksanakan, dilakukan penyesuaian kapasitas genset (*right sizing*) dari 1300 kVA menjadi 910 kVA berdasarkan hasil evaluasi kebutuhan daya aktual pada sistem kelistrikan operasional. Penggunaan Mitsubishi Type S6R2-PTAA-S, genset dengan kapasitas yang lebih sesuai menyebabkan tingkat pembebanan (*loading factor*) meningkat, sehingga proses pembangkitan listrik menjadi lebih efisien tanpa mengurangi keandalan pasokan energi untuk mendukung kegiatan operasional. Setelah menggunakan kapasitas genset tersebut, konsumsi energi yang dibutuhkan yaitu 8.830,08 GJ atau

setara dengan 245.280,000 liter solar dan menghasilkan bebas emisi gas rumah kaca sebanyak 654,309 Ton CO₂eq serta beban emisi konvensional sebanyak 1,101 Ton SO_x; 16,741 Ton NO_x; 1,177 Ton PM₁₀ pada tahun 2025.



Gambar 21 Skema Setelah Program

Program ini mampu meningkatkan efisiensi sistem pembangkitan listrik melalui pemanfaatan kapasitas genset yang lebih optimal, sehingga mendukung penghematan energi, penurunan biaya operasional, dan pencapaian target pengurangan emisi perusahaan. atau berhasil mengurangi konsumsi energi dan

menurunkan beban emisi sebesar 11%. Program inovasi ini tidak hanya berfokus pada penggantian peralatan, tetapi pada optimalisasi konfigurasi sistem pembangkitan listrik melalui penyesuaian kapasitas genset agar lebih selaras dengan profil kebutuhan beban aktual, sehingga menghasilkan peningkatan efisiensi energi yang diikuti dengan penghematan bahan bakar dan penurunan emisi.

Program “PAS (*Power Adjustment System*)” merupakan tipe inovasi Perubahan Komponen karena perubahan hanya terjadi pada internal perusahaan yaitu melalui penyesuaian kapasitas genset. 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 *Reverse Logistics* untuk mencegah terbentuknya *wasted embedded value* yaitu melalui efisiensi energi penggunaan solar sehingga menurunkan beban emisi gas rumah kaca di perusahaan.

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa penurunan beban konvensional SOx sebesar 0,138 Ton SOx ; 2,093 Ton NOx ; 0,146 Ton PM10, serta beban emisi gas rumah kaca (CO_{2eq}) sebesar 82,105 Ton CO_{2eq} pada tahun 2025. Program ini juga

memberikan dampak penghematan yang didekati dari nilai jual *carbon trading* dan *damage cost emission*, dengan total penghematan emisi gas rumah kaca sebesar Rp655.249.430,991 dan emisi konvensional sebesar Rp36.458.530,840 pada tahun 2025.

Program PAS (*Power Adjustment System*) berkontribusi terhadap capaian SDGs dalam mewujudkan Tujuan 9 membangun Infrastruktur yang Tngguh, 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 9.4.1 (a) yaitu penurunan emisi gas rumah kaca sektor industri.

SAVE (Separation Advancement for Water Efficiency): Three-Stream Shaking Table Optimization

Oleh : Moh Farras Isfahani Nur Arifin

Salah satu tahapan penting dalam proses produksi bijih timah sebelum mencapai tahap peleburan adalah proses pencucian dan pemisahan bijih timah menggunakan unit *shaking table*. Proses ini sangat bergantung pada penggunaan air sebagai media utama untuk memisahkan material berdasarkan klasifikasi berat jenisnya. Pada kondisi eksisting, pemisahan material pada unit *shaking table* tersebut beroperasi menggunakan sistem konvensional dengan dua jalur output dan ukuran lubang *mainflow* sebesar 10 mm, yang fungsi utamanya hanya memisahkan konsentrat utama dan *tailing* (pasir sisa).

Penggunaan sistem dua jalur output dengan ukuran lubang *mainflow* sebesar 10 mm ini diidentifikasi memiliki kelemahan yang berujung pada tidak efisiensinya operasional dan sumber daya air. Akibat hanya terdapat dua lajur output, maka material seperti konsentrat timah, mineral ikutan timah (MIT), dan pasir tidak dapat dipisahkan secara tepat dalam satu kali proses operasional *shaking table*. Mineral ikutan timah (MIT) sering kali masih bercampur dengan material sisa. Untuk mengatasi kendala tersebut dan mendapatkan persentase pemisahan yang memenuhi standar mutu yang sesuai,

operator terpaksa melakukan pengulangan proses pencucian (*re-washing*) di *shaking table* hingga mencapai 3 (tiga) kali tahapan berulang. Siklus pengulangan ini secara langsung berdampak pada peningkatan beban operasional unit *shaking table* dan pemborosan debit atau penggunaan air bersih.

Dampak tidak efisiensinya unit *shaking table* ini tercatat jelas pada tingginya angka konsumsi air bersih yang digunakan. Berdasarkan data pencatatan operasional perusahaan, unit *shaking table* dengan debit pompa sebesar 200 L/jam yang beroperasi selama 4,5 jam/hari dan dilakukan 3 kali pengulangan proses pencucian selama masa operasional normal (365 hari kerja) mengonsumsi air bersih mencapai 985.500 Liter atau setara dengan 985,5 m³ per tahun. Konsumsi air bersih tersebut tergolong cukup besar.

Berdasarkan permasalahan tersebut, mendorong langkah perbaikan berkelanjutan melalui program inovasi efisiensi air yang diberi nama "SAVE (*Separation Advancement for Water Efficiency*): *Three-Stream Shaking Table Optimization*". Program ini merupakan modifikasi rekayasa teknis dengan merombak dan menambahkan jalur output pada *shaking table* dari dua jalur menjadi tiga jalur pemisahan yang lebih efektif dan mengubah ukuran lubang *mainflow* dari 10 mm menjadi 25 mm untuk memudahkan pemisahan material. Melalui modifikasi inovatif ini, seluruh tahapan pemisahan material

(konsentrat timah, mineral ikutan timah (MIT), dan pasir) dapat diselesaikan secara optimal hanya dalam satu kali proses pencucian. Perubahan ini secara fundamental menghapus kebutuhan pengulangan proses pencucian (*re-washing*) di *shaking table* yang selama ini terjadi, serta diestimasikan mampu menurunkan pemakaian air bersih secara signifikan.



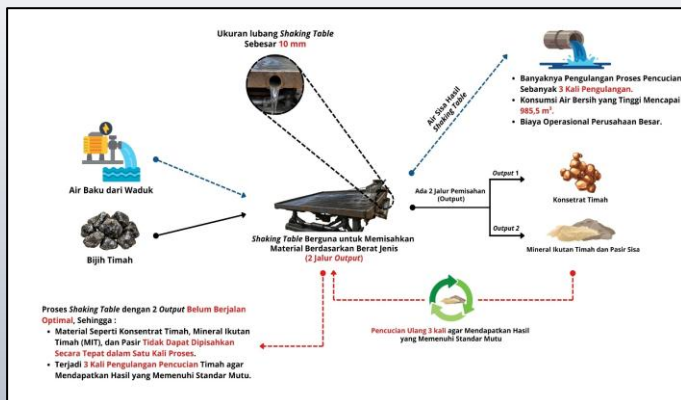
**Gambar 22 Output 1 (Konsetrat Timah) ; output 2 (MIT) ; Output 3
(sisa pasir menuju arah lain)**



Gambar 23 Output 3 (sisa pasir menuju arah lain)

Asal usul ide perubahan atau inovasi efisiensi air dengan modifikasi rekayasa teknis dengan merombak dan menambahkan jalur output pada *shaking table* dari dua jalur menjadi tiga jalur pemisahan yang lebih efektif melalui program “SAVE (*Separation Advancement for Water Efficiency*): *Three-Stream Shaking Table Optimization*” berasal dari gagasan karyawan yang sebelumnya telah melakukan pengamatan dan identifikasi terkait tingginya konsumsi air pada operasional unit *shaking table*.

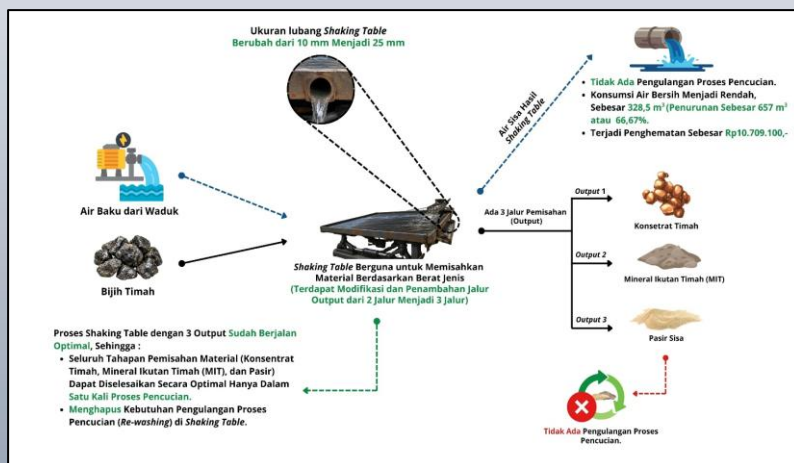
Sebelum inovasi, proses pencucian dan pemisahan bijih timah pada unit *shaking table* beroperasi menggunakan sistem dua jalur pemisahan (*output*) dengan ukuran lubang *mainflow* sebesar 10 mm. Sistem ini belum mampu memisahkan material secara optimal dalam satu kali proses, sehingga mengharuskan adanya pengulangan pencucian (*re-washing*) hingga 3 (tiga) kali siklus agar konsentrat timah, mineral ikutan timah (MIT), dan pasir sisa dapat terpisah dengan baik dan optimal. Pengulangan proses ini berdampak langsung pada tingginya konsumsi air bersih operasional. Dengan kapasitas debit air pompa sebesar 200 Liter/jam yang beroperasi rata-rata 4,5 jam per hari, sistem konvensional ini membutuhkan konsumsi air sebesar 985,5 m³ (985.500 Liter) selama masa operasional (365 hari kerja penuh) pada tahun 2025.



Gambar 24 Skema Sebelum Program

Setelah inovasi, perusahaan mengimplementasikan program SAVE (*Separation Advancement for Water Efficiency*): *Three-Stream Shaking Table Optimization* dengan memodifikasi jalur pemisahan (*output*) mesin dari dua menjadi tiga jalur pemisahan (*output*) yang lebih efektif dan mengubah ukuran lubang *mainflow* dari 10 mm menjadi 25 mm untuk memudahkan pemisahan material. Melalui program ini, pemisahan ketiga material (konsentrat timah, mineral ikutan timah (MIT), dan pasir) dapat diklasifikasikan secara tepat hanya dalam satu kali proses. Modifikasi ini secara langsung berhasil menekan kebutuhan pengulangan pencucian di *shaking table* dari yang sebelumnya 3 kali menjadi hanya 1 kali pencucian. Perubahan ini secara fundamental menghapus kebutuhan pengulangan proses pencucian (*re-washing*) di *shaking table* yang selama ini terjadi. Dengan adanya inovasi ini, perusahaan berhasil menurunkan

konsumsi air bersih yang digunakan untuk kegiatan pencucian bijih timah secara signifikan menjadi 328,5 m³ (328.000 Liter), atau menghasilkan penghematan absolut sebesar 657 m³ (657.000 Liter) sepanjang tahun 2025.



Gambar 25 Skema Setelah Program

Program Inovasi SAVE (*Separation Advancement for Water Efficiency*): *Three-Stream Shaking Table Optimization* merupakan tipe inovasi Perubahan Komponen. Hal ini dikarenakan karena inovasi yang dilakukan hanya pada lingkup internal perusahaan yaitu terkait dengan modifikasi rekayasa teknis dengan merombak dan menambahkan jalur pemisahan (*output*) pada *shaking table* dari dua jalur menjadi tiga jalur pemisahan yang lebih efektif.

Apabila ditinjau dari LCA, inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses *production* melalui pengurangan konsumsi air baku pada proses *shaking table*. Selain itu, apabila ditinjau dari *Four Types of Wasted Value*, inovasi ini berada di *reverse logistics* untuk mencegah terbentuknya *wasted embedded value* yaitu melalui efisiensi pemakaian air baku dan efisiensi proses dengan mengoptimalkan penggunaan air bersih dengan merombak dan menambahkan jalur pemisahan (*output*) pada *shaking table* dari dua jalur menjadi tiga jalur pemisahan yang lebih efektif sehingga konsumsi air baku menjadi berkurang.

Inovasi SAVE (Separation Advancement for Water Efficiency): Three-Stream Shaking Table Optimization 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.

ALFA-CLEAN (Alfa Laval Centrifugation for Cleaner Separation)

Oleh : Suhaidi

Tahapan penting dalam mendukung kegiatan operasional di unit Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) adalah proses menjaga kebersihan cairan minyak sebelum memasuki sistem *micfill*. Proses ini sangat bergantung pada efisiensi penyaringan untuk memastikan sistem mekanis di PLTD berjalan optimal tanpa hambatan.

Pada kondisi eksisting di PLTD, minyak dialirkan langsung ke sistem *micfill* tanpa adanya proses awal untuk mengurangi kandungan kontaminan lain berupa air dan mikro padatan lain. Akibatnya, aliran cairan minyak yang masuk ke sistem *micfill* masih membawa banyak partikel kotoran dan material asing lainnya. Di dalam *micfill*, partikel-partikel ini terakumulasi dan membentuk endapan tebal serta material gel yang lengket. Penumpukan endapan dan gel inilah yang menjadi kendala utama karena sifatnya yang dengan cepat menutup pori-pori filter penyaring, sehingga membuat filter cepat rusak dan jenuh sebelum masa pakai optimalnya tercapai.

Dampak dari belum maksimalnya pemisahan kontaminan tersebut tercatat jelas pada tingginya frekuensi penggantian komponen filter di PLTD. Berdasarkan data pencatatan operasional perusahaan, rentannya filter terhadap sumbatan membuat frekuensi penggantian filter mencapai 6 kali penggantian per tahun. Dengan berat setiap

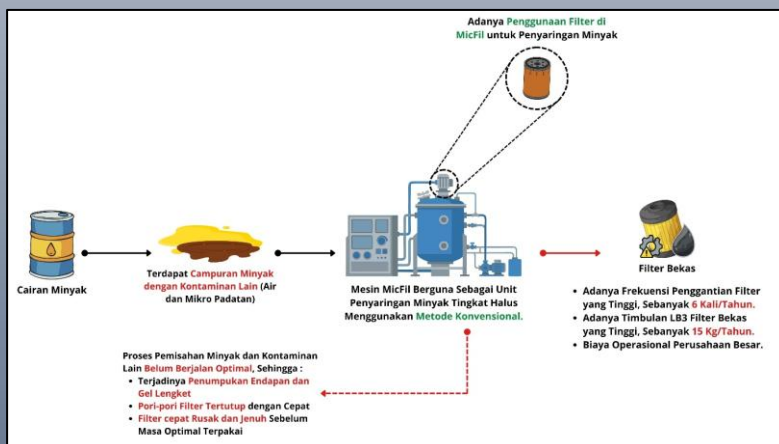
filter mencapai 2,5 kg, siklus kerusakan yang cepat ini secara langsung menciptakan timbulan Limbah B3 berupa filter bekas yang besar (mencapai total 15 kg/tahun per unit) sekaligus membebani biaya operasional perusahaan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, ada inisiasi sebuah langkah perbaikan berkelanjutan di unit PLTD melalui program inovasi pengurangan Limbah B3 yang diberi nama "ALFA-CLEAN (*Alfa Laval Centrifugation for Cleaner Separation*)". Program ini merupakan modifikasi rekayasa teknis dengan menerapkan metode sentrifugasi pada mesin Alfa Laval untuk meningkatkan efektivitas pemisahan kontaminan lain (air dan mikro padatan) dari minyak secara mutlak. Melalui modifikasi inovatif ini, cairan minyak terlebih dahulu diputar dengan kecepatan tinggi di dalam mesin Alfa Laval sebelum dialirkan menuju sistem *micfill*.

Asal usul ide perubahan atau inovasi berasal dari gagasan karyawan PLTD terkait dengan timbulan limbah B3 berupa filter bekas yang cukup besar yang dihasilkan pada proses penyaringan cairan minyak yang akan dialirkan ke sistem *micfill*.

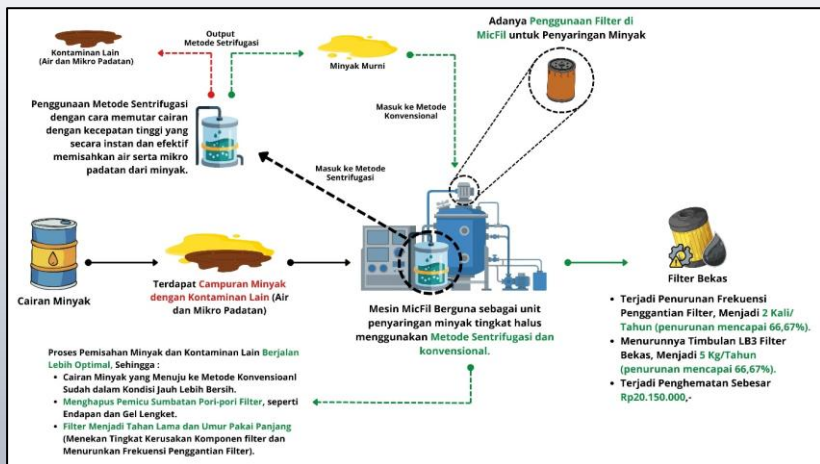
Sebelum program inovasi, cairan minyak di unit PLTD PT TIMAH Tbk Divisi Pengolahan dan Peleburan Kunder dialirkan secara langsung ke sistem *micfill* tanpa melalui proses awal untuk memisahkan kontaminan berupa air dan mikro-padatan. Kondisi tersebut

menyebabkan sistem *micfill* menerima aliran cairan minyak yang masih mengandung kontaminan lain dalam jumlah cukup tinggi yang pada akhirnya membentuk endapan tebal serta material gel lengket. Penumpukan material ini dengan cepat menutup pori-pori komponen penyaring, sehingga mengharuskan adanya penggantian filter secara terus-menerus agar sistem mekanis tetap beroperasi dengan baik. Penggantian yang berulang ini berdampak langsung pada tingginya angka timbulan Limbah B3 berupa filter bekas. Dengan berat spesifik filter sebesar 2,5 kg pada 1 unit mesin, kondisi ini mengharuskan siklus penggantian hingga 6 (enam) kali, sehingga menghasilkan timbulan Limbah B3 filter bekas mencapai 15 kg selama masa operasional pada tahun 2025.



Gambar 26 Skema Sebelum Program

Setelah program inovasi, perusahaan mengimplementasikan program dengan menerapkan metode sentrifugasi pada mesin Alfa Laval untuk meningkatkan pemisahan air dan kotoran dari cairan minyak secara efektif. Di dalam mesin Alfa Laval, cairan diputar dengan kecepatan yang sangat tinggi (memanfaatkan prinsip gaya sentrifugal). Putaran tersebut secara instan memaksa material dengan berat jenis yang berbeda (seperti air dan partikel mikro-padatan) terlempar dan terpisah secara mutlak dari cairan minyak utama sehingga cairan minyak yang menuju ke sistem *micfall* sudah dalam kondisi jauh lebih bersih. Melalui rekayasa sistem aliran ini, kontaminan yang sebelumnya selalu lolos berhasil dieliminasi sejak awal proses. Modifikasi ini secara langsung berhasil menekan tingkat kejenuhan komponen filter dan menurunkan frekuensi penggantian dari yang sebelumnya 6 kali menjadi hanya 2 kali per tahun. Perubahan ini secara fundamental menghapus pemicu sumbatan pori-pori filter (gel dan endapan) yang selama ini terjadi. Dengan adanya inovasi ini, perusahaan berhasil menurunkan timbulan Limbah B3 filter bekas secara signifikan menjadi 5 kg (0,0050 Ton), atau menghasilkan pengurangan absolut sebesar 10 kg (0,0100 Ton) yang juga berkontribusi pada penghematan biaya operasional sebesar Rp 20.150.000,00 sepanjang tahun 2025.



Gambar 27 Skema Sesudah Program

Program inovasi "ALFA-CLEAN (*Alfa Laval Centrifugation for Cleaner Separation*)" merupakan tipe inovasi *sub-system* karena implementasinya melibatkan kolaborasi antara perusahaan dengan vendor Alfa Laval sebagai penyedia teknologi sentrifugasi. Perubahan tidak hanya terjadi pada proses internal perusahaan melalui penerapan unit sentrifugasi Alfa Laval untuk meningkatkan efektivitas pemisahan kontaminan berupa air dan mikro padatan dari minyak, tetapi juga mencakup dukungan vendor dalam proses mendesain solusi, perancangan, instalasi, *commissioning*, pengujian kinerja, serta *transfer knowledge* kepada personel perusahaan (*Value Chain Optimization*). Sinergi tersebut menghasilkan sistem pengolahan minyak yang lebih optimal, meningkatkan kualitas minyak hasil

pemisahan sehingga dapat dimanfaatkan kembali, sekaligus mengurangi timbulan limbah B3.

Apabila ditinjau dari LCA, inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses produksi (*Production*) melalui upaya minimisasi timbulan limbah B3 filter bekas. Selain itu, apabila ditinjau dari *Four Types of Wasted Value*, inovasi ini berada di siklus *design and sourcing* untuk mencegah terbentuknya *wasted resources* yaitu melalui modifikasi rekayasa teknis dengan menerapkan metode sentrifugasi pada mesin Alfa Laval untuk meningkatkan efektivitas pemisahan kontaminan lain berupa air dan mikro padatan dari minyak secara mutlak.



Gambar 28 Penerapan Metode Sentrifugasi pada Mesin Alfa Laval

Program Inovasi ini juga 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)”

Bi-PROMPOST (Biowash Promic for Rapid Organic Composting)

Oleh : Erwin Kurniawati dan Rasidi

Dalam aktivitas operasional perusahaan dan keseharian aktivitas perkantoran menghasilkan berbagai jenis timbunan sampah, termasuk sampah organik yang berasal dari kegiatan perkantoran, kawasan perumahan atau mess karyawan, dan *guest house*. Sampah organik yang dihasilkan terdiri dari sampah sisa makanan dan sampah perkebunan. Sebelumnya sampah organik yang dihasilkan telah diolah menjadi pupuk kompos menggunakan metode konvensional yang memerlukan waktu penguraian yang cukup lama. Akibatnya, sampah organik harus berada di dalam komposter dalam waktu yang cukup lama sehingga laju pengolahan menjadi rendah dan kapasitas komposter tidak dapat dimanfaatkan secara optimal.

Di sisi lain, fasilitas komposting yang tersedia hanya memiliki kapasitas 1,5 ton. Dengan waktu retensi yang panjang pada metode konvensional, komposter sering berada dalam kondisi penuh sehingga tidak mampu menampung tambahan sampah organik yang dihasilkan setiap hari. Kondisi ini menyebabkan terjadinya penumpukan sampah organik, membatasi jumlah sampah yang dapat diolah, serta menurunkan efisiensi operasional pengelolaan sampah. Oleh karena itu, diperlukan suatu inovasi yang mampu mempercepat proses pengolahan sampah organik sehingga waktu penggunaan komposter

menjadi lebih singkat. Dengan demikian, komposter berkapasitas 1,5 ton dapat digunakan secara bergantian (*turnover* lebih cepat), meningkatkan kapasitas pengolahan tanpa harus menambah jumlah atau ukuran komposter. Untuk mengatasi permasalahan ini, program penggunaan biowash promic diterapkan untuk mempercepat proses komposting. Biowash Promic adalah cairan bioaktivator yang mengandung mikroba aktif atau probiotik, yang mana kehadirannya bertindak sebagai katalis (mempercepat proses penguraian) dalam siklus pengomposan sampah organik. Penerapan program komposting menggunakan biowash promic ini aktif melibatkan karyawan di berbagai unit kerja. Partisipasi karyawan dimulai dari pemilahan sampah organik di sumber, sehingga material yang masuk ke komposter memiliki kualitas yang baik dan tidak tercampur dengan sampah anorganik. Selanjutnya, karyawan yang bertugas dalam pengelolaan lingkungan berperan melakukan pembuatan biowash promic, pencacahan sampah organik, penyiapan alat dan bahan pendukung, pencampuran dan penyiraman larutan biowash promic sesuai prosedur. Biowash promic merupakan produk turunan dari promic (probiotik) yang digunakan untuk pengolahan sampah organik. Biowash promic dibuat secara mandiri oleh tim pengelola lingkungan dengan cara melakukan fermentasi sampah sisa buah dan sayuran, air bersih, serta cairan promic (probiotik). Melalui keterlibatan tersebut,

program ini tidak hanya menghasilkan peningkatan kinerja pengelolaan sampah organik, tetapi juga membangun budaya kerja yang peduli terhadap lingkungan. Karyawan menjadi agen perubahan dalam penerapan prinsip reduce, reuse, dan recycle (3R) di lingkungan perusahaan serta berkontribusi dalam pencapaian target pengurangan timbulan sampah dan peningkatan pemanfaatan kembali sampah organik.

Penerapan program komposting menggunakan biowash promic ini aktif melibatkan karyawan di berbagai unit kerja. Partisipasi karyawan dimulai dari pemilahan sampah organik di sumber, sehingga material yang masuk ke komposter memiliki kualitas yang baik dan tidak tercampur dengan sampah anorganik. Selanjutnya, karyawan yang bertugas dalam pengelolaan lingkungan berperan melakukan pembuatan biowash promic, pencacahan sampah organik, penyiapan alat dan bahan pendukung, pencampuran dan penyiraman larutan biowash promic sesuai prosedur. Biowash promic merupakan produk turunan dari promic (probiotik) yang digunakan untuk pengolahan sampah organik. Biowash promic dibuat secara mandiri oleh tim pengelola lingkungan dengan cara melakukan fermentasi sampah sisa buah dan sayuran, air bersih, serta cairan promic (probiotik). Melalui keterlibatan tersebut, program ini tidak hanya menghasilkan peningkatan kinerja pengelolaan sampah organik, tetapi juga

membangun budaya kerja yang peduli terhadap lingkungan. Karyawan menjadi agen perubahan dalam penerapan prinsip *reduce, reuse, dan recycle* (3R) di lingkungan perusahaan serta berkontribusi dalam pencapaian target pengurangan timbulan sampah dan peningkatan pemanfaatan kembali sampah organik.

Ide perubahan komposting konvensional menjadi komposting menggunakan biowash promic diinisiasi oleh tim pengelolaan lingkungan perusahaan. Dimana mereka sebelumnya sering mengalami kendala komposter penuh dan tidak bisa menampung tambahan sampah sehingga sampah organik menumpuk. Dalam kondisi ini diperlukan adanya pengolahan sampah organik yang lebih cepat tanpa adanya penambahan komposter untuk menghemat biaya. Salah satu metode yang dinilai paling sesuai adalah penerapan program Bi-PROMPOST (Biowash Promic for Rapid Organic Composting) untuk mempercepat proses dekomposisi sehingga meningkatkan frekuensi penggunaan komposter tanpa menambah unit komposter baru.

Sebelum program inovasi, pengelolaan sampah organik dilakukan menggunakan metode komposting konvensional dengan waktu retensi yang relatif lama (mencapai 90 hari) sehingga satu unit komposter berkapasitas 1,5 ton hanya dapat digunakan dalam satu siklus pengomposan hingga kompos matang. Selama proses tersebut,

pengolahan sampah organik menjadi lama dan terhambat sehingga terjadi penumpukan sampah organik di TPS.



Gambar 29 Skema Sebelum Program

Setelah program inovasi, dilakukan perubahan pada metode pengolahan dengan mengintegrasikan biowash promic sebagai bioaktivator pada proses komposting. Biowash promic diproduksi secara mandiri dengan cara melakukan fermentasi sampah organik sisa sayuran dan buah-buahan yang belum membusuk, air bersih, serta promic (probiotik/biang starter mikroorganisme) selama 3 hari dengan perbandingan bahannya yaitu 5:25:1 (sampah organik : air bersih : promic). Cairan hasil fermentasi inilah yang disebut biowash promic yang akan digunakan sebagai bioaktivator untuk proses komposting. Tata cara menggunakan biowash promic untuk proses komposting yaitu diencerkan terlebih dahulu dengan air bersih

sebelum disiramkan ke sampah organik. Perbandingan pengencerannya yaitu 1 : 30 (biowash promic : air bersih). Kemudian sampah organik yang telah dicacah disusun di dalam komposter lalu disiram langsung menggunakan larutan biowash promic yang telah diencerkan secara merata. Perubahan tersebut menghasilkan peningkatan efisiensi operasional karena proses dekomposisi menjadi lebih cepat yaitu sekitar 10 hari. Adanya percepatan dekomposisi kompos ini, mengakibatkan komposter dapat dikosongkan lebih cepat sehingga kapasitas komposter 1,5 ton dapat dimanfaatkan untuk lebih banyak siklus pengolahan sampah organik dalam periode yang sama.



Gambar 30 Skema Setelah Program

Program inovasi “Bi-PROMPOST (Biowash Promic for Rapid Organic Composting)” memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa pemanfaatan sampah organik sebesar 23,171 Ton pada tahun 2026 serta memberikan dampak penghematan yang didekati dari penurunan volume sampah yang harus diangkut ke TPA dan pembelian pupuk yang digantikan oleh kompos sebesar Rp49.984.539 pada tahun 2026. Program ini merupakan tipe inovasi penambahan komponen karena kegiatan ini hanya melakukan perubahan di internal perusahaan, yaitu terkait perubahan metode pengelolaan atau pemanfaatan timbulan sampah organik. Apabila jika ditinjau dari *Life Cycle Assesment*, inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan pada proses *waste* melalui upaya pemanfaatan sampah organik menjadi pupuk kompos dengan metode yang lebih cepat daripada metode konvensional. Selain itu, apabila ditinjau dari *Four Types of Wasted Value*, inovasi ini berada di siklus *End of Use Recycle* untuk mencegah terbentuknya *wasted embadded value* yaitu melalui pemanfaatan sampah organik menjadi kompos untuk mengurangi timbulan sampah organik dan membangun kesadaran lingkungan serta mendorong partisipasi seluruh karyawan dalam menjaga lingkungan.

Inovasi ini memiliki nilai tambah yaitu perubahan perilaku. Program inovasi Bi-PROMPOST (*Biowash Promic for Rapid Organic*

Composting) ini mampu memberikan dampak ke lingkungan, sosial, dan ekonomi. Dampak lingkungan adanya penerapan program ini yaitu mampu mengurangi timbulan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), menekan produksi gas metana (penyebab pemanasan global), dan menggantikan ketergantungan pada pupuk kimia sintetis yang mencemari lingkungan. Dampak sosial yang timbul yaitu adanya peningkatan kesadaran dan kepedulian karyawan terhadap pemanfaatan sampah organik sebagai kompos, menciptakan lingkungan kerja yang lebih bersih, serta menjadi media edukasi pengelolaan sampah. Kemudian dampak ekonomi yang muncul yaitu adanya peningkatan efisiensi penggunaan komposter, mengurangi kebutuhan investasi fasilitas baru, mengurangi biaya pengangkutan sampah, dan menekan biaya pembelian pupuk kimia sintetis.



Gambar 31 Pelaksanaan Program Bi-PROMPOST (Biowash Promic for Rapid Organic Composting)

Program inovasi ini 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 PUSTAKA

- Artiningsih, N, 2008. Peran Serta Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah RumahTangga. Tesis Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang.
- Chandra, B, 2007. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Cetakan Pertama. EGC, Jakarta.
- Davis, Mackenzie L. 2010. Water and Wastewater Engineering: Design Principles and Practice. USA: Mc Graw Hill.
- Intergovernment Panel on Climat Change – IPCC. 2014. Climate change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: IPCC.
- Julianto, Eko & Sunaryo. 2020. Analisis pengaruh putaran mesin pada efisiensi bahan bakar mesin diesel 2dg-ftv. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Pontianak. Pontianak.
- Kusumawardani, Deni. 2020. Analisis Eko-Efisiensi Industri Pengolahan di Indonesia: Studi Kasus pada Industri Intensif Energi. Universitas Airlangga. Surabaya.
- 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.

PT TIMAH Tbk, 2009. Amdal Pertambangan Timah Terpadu.

PT Universal Eco Pasific. <https://www.universaleco.id/blog/detail/prinsip-3r-reduce-reuse-dan-recycle/156>. Diakses pada 10 Juni 2023.

Sutrisno, A. M., Huboyo, H. S., & Sutrisno, E. 2016. Kajian Prediksi Beban Emisi Pencemar Udara (Tsp, Nox, So₂, Hc, dan Co) dan Gas Rumah Kaca (Co₂, Ch₄, dan N₂o) Sektor Transportasi Darat di Kota Surakarta dengan Metode Top Down dan Bottom Up. Jurnal Teknik Lingkungan, 5(1), 1–10.

Subekti, Sri. 2009. "Pengelolaan sampah rumah tangga 3R berbasis masyarakat Pendahuluan. "Available at: <http://www.scribd.com/doc/19229978/tulisanbektihadini>

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

Timah Tbk, 2022. Annual Report 2021

Timah Tbk, 2023. Annual Report 2022

Timah Tbk, 2024. Annual Report 2023

World Health Organization (WHO). 2018. Health Care Waste. Diunduh dari <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/health-care-waste/1> September.2021

Penerbit

PT SUCOFINDO (Persero)

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