SUCOFINDO

Forging Green Frontiers : Environmental Innovation at Lumut Balai

Authored by :
Retno Suryani, Jane Ivana, Savira Fevilia, Fitria Umi Fauziyah, Adhitya Wicaksono, Muhammad Abimas Halimzikri, Yos Mavenso, Surya Hernando Silitonga, M. Pebri Pratama, Guntur Rachman Hanief, Dwi Ardian, Andre Tiofami, Satria Galih Nugraha

SUCOFINDO

Forging Green Frontiers : Environmental Innovation at Lumut Balai

Authored by :
Retno Suryani, Jane Ivana, Savira Fevilia, Fitria Umi Fauziyah, Adhitya Wicaksono, Muhammad Abimas Halimzikri, Yos Mavenso, Surya Hernando Silitonga, M. Pebri Pratama, Guntur Rachman Hanief, Dwi Ardian, Andre Tiofami, Satria Galih Nugraha

Forging Green Frontiers : Environmental Innovation at Lumut Balai

Penulis: Retno Suryani, Jane Ivana, Savira Fevilia, Fitria Umi Fauziyah, Adhitya Wicaksono, Muhammad Abimas Halimzikri, Yos Mavenso, Surya Hernando Silitonga, M. Pebri Pratama, Guntur Rachman Hanief, Dwi Ardian, Andre Tiofami, Satria Galih Nugraha

Nomor ISBN:

Desain Sampul dan Tata Letak:
Fitria Umi Fauziyah

Penerbit:
PT SUCOFINDO (PERSERO)
Jl. Pemuda No.171, Sekayu, Kec. Semarang Tengah, Kota Semarang, Jawa Tengah

Cetakan Pertama, Tahun 2025

Buku ini diterbitkan oleh PT SUCOFINDO (PERSERO) bekerja sama dengan PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai.

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

HAK CIPTA

Sanksi Pelanggaran Pasal 27 UU Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta :

1. Barang siapa yang sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/ atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/ atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa yang sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/ atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga buku berjudul *"Forging Green Frontiers: Environmental Innovation at* Lumut Balai*"* dapat tersusun dengan baik. Buku ini memuat berbagai inovasi yang berfokus pada peningkatan program perlindungan serta pengelolaan lingkungan yang dilaksanakan oleh PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai. Setiap bab dalam buku ini menggambarkan kontribusi perusahaan dalam menjawab tantangan global melalui solusi yang kreatif, inovatif, dan berkelanjutan.

PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai memandang inovasi tidak hanya terbatas pada penciptaan produk atau layanan baru, melainkan juga sebagai bagian dari tanggung jawab sosial dan lingkungan. Melalui serangkaian program berkelanjutan, perusahaan berkomitmen untuk memberikan dampak positif bagi lingkungan sekitar serta masyarakat, sekaligus menjaga keberlangsungan kegiatan operasionalnya.

Buku ini menjadi wujud nyata dari dedikasi PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai dalam menerapkan prinsip keberlanjutan pada setiap aspek bisnis. Hal ini mencakup pemanfaatan energi terbarukan, pengelolaan limbah yang bertanggung jawab, serta upaya mengintegrasikan teknologi ramah lingkungan dan inovasi hijau ke dalam strategi operasional perusahaan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pencapaian ini tidak akan terwujud tanpa adanya dukungan dan kerja sama dari berbagai

pihak. Oleh sebab itu, penghargaan dan terima kasih yang setulusnya disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi. Semoga buku ini dapat menghadirkan wawasan yang bermanfaat serta memperkuat keyakinan bahwa melalui kerja keras, inovasi, dan kolaborasi, masa depan yang berkelanjutan dapat tercapai.

Lumut Balai, Agustus 2025

Tim Penulis

DAFTAR ISI

PROFIL PERUSAHAAN....2
VISI DAN MISI PERUSAHAAN....12
TATA NILAI PERUSAHAAN....13
SERTIFIKASI DAN PENGHARGAAN....15
PROSES PRODUKSI PERUSAHAAN....19
INOVASI ASPEK EFISIENSI ENERGI....27
INOVASI ASPEK PENURUNAN EMISI....35
INOVASI PENGURANGAN LIMBAH B3....45
INOVASI EFISIENSI AIR....52
INOVASI PENGELOLAAN SAMPAH....59
DAFTAR PUSTAKA....66

PROFIL PERUSAHAAN

PT Pertamina Geothermal Energy Tbk

PT Pertamina Geothermal Energy Tbk (PGE) merupakan perusahaan yang berperan penting dalam mendukung transisi energi bersih di Indonesia. Seiring meningkatnya kebutuhan energi global dan emisi karbon, PGE hadir untuk menghadirkan solusi melalui pemanfaatan energi panas bumi. Indonesia yang berada di jalur cincin api memiliki potensi panas bumi terbesar di dunia, dan sejak 1974 telah diidentifikasi 70 wilayah panas bumi. Sebagai wujud komitmen, PGE resmi berdiri pada tahun 2006 dan hingga kini menyumbang sekitar 80% kapasitas panas bumi terpasang di Indonesia, menjadikannya salah satu penggerak utama dalam penyediaan energi hijau.

Hingga saat ini, PGE telah memasok listrik ramah lingkungan ke lebih dari dua juta rumah tangga dengan potensi penurunan emisi mencapai 9,7 juta ton CO_2 per tahun. Perusahaan mengelola 13 Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP) dan satu penugasan khusus dengan kapasitas terpasang sebesar 1.877 MW. Dengan berlandaskan prinsip Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG), PGE menempatkan keberlanjutan sebagai inti strategi bisnis untuk memperkuat ekonomi, meningkatkan kesejahteraan masyarakat, serta menjaga kelestarian lingkungan. PT PGE berkomitmen menghadirkan energi bersih yang andal, terjangkau, dan berkelanjutan bagi masa depan Indonesia dan dunia.

THE STORY OF PGE

1974

Pertamina diberi mandat untuk melakukan identifikasi potensi panas bumi di berbagai wilayah Indonesia guna dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit listrik.

1983

PLTP Kamojang Unit I dengan kapasitas 30 MW mulai beroperasi, memanfaatkan energi panas bumi dari Lapangan Kamojang, Jawa Barat. Kemudian pada tahun 1987, Unit 2 dan Unit 3 dengan total kapasitas 110 MW resmi beroperasi secara komersial.

1996

Pemanfaatan energi panas bumi di Pulau Sumatera dimulai dengan beroperasinya PLTP Sibayak Monoblok berkapasitas 2 MW yang berlokasi di WKP Gunung Sibayak–Gunung Sinabung, Provinsi Sumatera Utara.

2001

Setelah Jawa dan Sumatera, pemanfaatan energi panas bumi diperluas ke Sulawesi dengan beroperasinya PLTP Lahendong Unit I pada 21 Agustus 2001. Pembangkit berkapasitas 20 MW ini memanfaatkan potensi panas bumi dari WKP Lahendong, Sulawesi Utara.

2006

Sebagai wujud komitmen terhadap pemanfaatan energi panas bumi, Pertamina membentuk anak perusahaan bernama PT Pertamina Geothermal Energy (PGE). Perusahaan ini berfokus pada pengelolaan dan pengembangan potensi energi panas bumi yang dimiliki Indonesia.

2007

Setahun setelah didirikan, PGE meresmikan satu unit PLTP tambahan di WKP Lahendong, Provinsi Sulawesi Utara. Pembangunan PLTP Area Lahendong Unit II dengan kapasitas 20 MW ini dimulai sejak tahun 2004.

2008

Sebagai upaya optimalisasi sumur produksi panas bumi di Jawa Barat, PGE mengoperasikan PLTP Kamojang Unit IV berkapasitas 60 MW. Pada tahun yang sama, dua PLTP Sibayak Unit I dan II dengan kapasitas masing-masing 5 MW juga diresmikan untuk memenuhi kebutuhan listrik di Sumatera Utara.

2009

PGE meresmikan PLTP Lahendong Unit II berkapasitas 20 MW di WKP Lahendong untuk memenuhi kebutuhan listrik di Sulawesi Utara. Dengan beroperasinya tiga unit PLTP, pasokan energi bersih dan ramah lingkungan bagi masyarakat Sulawesi Utara semakin terjamin.

2011

Pemanfaatan panas bumi di Sulawesi berlanjut dengan peresmian PLTP Lahendong Unit IV berkapasitas 20 MW, melengkapi tiga unit sebelumnya dengan total kapasitas 60 MW.

2012

Komitmen pemenuhan listrik berbasis energi terbarukan diperkuat dengan peresmian PLTP Ulubelu Unit I dan II berkapasitas masing-masing 55 MW oleh Presiden RI pada 6 Desember 2012 di WKP Ulubelu, Lampung.

2015

PGE terus mendorong peningkatan kapasitas pembangkit listrik panas bumi di Jawa Barat. Pada 5 Juli 2015, Presiden Republik Indonesia meresmikan PLTP Kamojang Unit V dengan kapasitas 35 MW yang resmi beroperasi secara komersial untuk memasok listrik ke PT PLN (Persero).

2016

PGE memperluas pemanfaatan panas bumi di Sulawesi Utara dengan mengoperasikan PLTP Lahendong Unit V dan VI di Tompaso, masing-masing berkapasitas 20 MW, untuk memenuhi kebutuhan listrik di Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, dan Gorontalo. Pada tahun yang sama, PLTP Ulubelu Unit III berkapasitas 55 MW juga mulai beroperasi di Lampung.

2017

PGE menuntaskan pengeboran 23 sumur panas bumi di Ulubelu yang dimanfaatkan untuk PLTP Unit III serta Unit IV berkapasitas 55 MW, yang resmi beroperasi komersial pada 25 Maret 2017.

2019

Hingga Juni 2019, kapasitas terpasang pembangkit listrik panas bumi PGE telah mencapai 617 MW. Sebagai upaya peningkatan kapasitas, PGE menyelesaikan pembangunan PLTP Lumut Balai Unit I dengan kapasitas 55 MW yang berlokasi di Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. Pembangkit ini resmi beroperasi secara komersial pada September 2019, menandai langkah penting dalam pemanfaatan energi panas bumi di wilayah tersebut.

2018

PGE berhasil menyelesaikan pembangunan PLTP Karaha Unit I di Provinsi Jawa Barat sebagai bagian dari komitmen dalam mengembangkan pemanfaatan energi panas bumi di Indonesia. Pembangkit listrik dengan kapasitas 30 MW ini mulai beroperasi secara komersial pada 6 April 2018 dan memberikan kontribusi penting dalam penyediaan energi bersih di wilayah Jawa Barat. Kehadiran PLTP Karaha Unit I juga mendukung pasokan listrik bagi masyarakat Tasikmalaya dan sekitarnya.

2023

Pada 24 Februari 2023, PGE resmi bertransformasi menjadi PT Pertamina Geothermal Energy Tbk. dan mencatatkan saham perdana di Papan Utama Bursa Efek Indonesia (BEI) dengan kode emiten PGEO.

2021

Pada Agustus 2021, *Subholding Power & New Renewable Energy* (PNRE) resmi terbentuk secara hukum sebagai langkah strategis Pertamina dalam memperkuat portofolio energi bersih. Kehadiran subholding ini menjadi tonggak penting dalam mendukung transisi energi, meningkatkan ketahanan energi nasional, sekaligus mendorong tercapainya agenda dekarbonisasi. Sebagai bagian dari Subholding PNRE, PGE menegaskan komitmennya untuk mempercepat pengembangan sumber daya panas bumi di Indonesia.

PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai

PT Pertamina Geothermal Energy Tbk (PGE) Area Lumut Balai merupakan bagian dari subholding PT Pertamina Power Indonesia yang bergerak di bidang pengembangan energi terbarukan berbasis panas bumi. Area ini berlokasi di Kecamatan Semendo Darat Laut, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan, tepatnya di Desa Penindaian dan Desa Babatan, dengan ketinggian rata-rata sekitar 1.300 meter di atas permukaan laut. Secara topografis, wilayah kerja PGE Lumut Balai berupa dataran tinggi berbukit dengan ketinggian mencapai ±1.810 mdpl.

Wilayah Kuasa Pengusahaan (WKP) Lumut Balai ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 1268K/20/M.PE/1993 tanggal 27 Februari 1993, yang kemudian diperbarui melalui Keputusan Menteri ESDM Nomor 2067 K/30/MEM/2012 tanggal 18 Juni 2012. Sebagai salah satu aset strategis PGE, Lumut Balai berperan penting dalam penyediaan energi bersih dan berkelanjutan, mulai dari kegiatan eksplorasi hingga produksi uap dan listrik, yang seluruh pengelolaannya berada di bawah tanggung jawab Pertamina *Power and Renewable Energy.*

PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai

Sejak beroperasi secara komersial pada 19 September 2019, PGE Lumut Balai melalui PLTP Unit 1 berkapasitas 55 MW telah berkontribusi signifikan terhadap pasokan energi listrik nasional, dengan total produksi sebesar 482 juta kWh sepanjang tahun 2024. PLTP Unit 1 didukung oleh sembilan sumur produksi yang tersebar dalam tiga klaster serta tiga sumur reinjeksi dalam satu klaster. Kegiatan pemboran panas bumi di setiap klaster memerlukan lahan sekitar 3 hektare, dengan jalan penghubung antar klaster selebar 14 meter yang berfungsi sebagai akses transportasi dan inspeksi. Saat ini, PGE Lumut Balai juga tengah mengembangkan PLTP Unit 2 dengan kapasitas 55 MW dengan tambahan lima sumur reinjeksi untuk mendukung seluruh kegiatan operasionalnya.

PGE Lumut Balai telah memperoleh izin pinjam pakai kawasan hutan (IPPKH), antara lain IPPKH SK.699/MENHUT-II/2011 seluas 89,40 ha, IPPKH SK.81/MENHUT-II/2011 seluas 29,01 ha, IPPKH SK.685/MENHUT-II/2014 seluas 9,11 ha, dan IPPKH SK.30/1/IPPKH/PMDN/2016 seluas 5,86 ha. Izin tersebut mencakup pemanfaatan lahan untuk lokasi sumur, jalur pipa produksi, jalan inspeksi, pembangunan PLTP beserta fasilitas pendukungnya, hingga jalur transmisi dan interkoneksi uap serta brine. Seluruh pengembangan ini mencerminkan komitmen PGE Lumut Balai dalam mendukung peningkatan pasokan energi nasional yang ramah lingkungan sekaligus berkontribusi pada pencapaian target *Net Zero Emission*.

VISI-MISI NILAI & BUDAYA PERUSAHAAN

VISI & MISI

Indonesia memiliki 40% dari seluruh potensi panas bumi di dunia. Potensi ini sangat berharga untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan dalam mendukung pencapaian *Net Zero Emission*. Dengan pengelolaan potensi panas bumi dari hulu ke hilir secara optimal dan berpartisipasi dalam agenda dekarbonasi nasional dan global, kami berambisi untuk menjadi perusahaan kelas dunia dengan kapasitas geothermal terbesar di dunia

VISI

PT Pertamina Geothermal Energy Tbk memiliki visi yaitu "*World Class Green Energy Company with Largest Geothermal Capacity Globally*"

MISI

1. Menciptakan nilai dengan memaksimalkan pengelolaan end-to-end potensi panas bumi beserta produk turunannya.
2. Mendukung dan berpartisipasi dalam agenda dekarbonasi nasional dan global.

TATA NILAI PERUSAHAAN

SERTIFIKAT & PENGHARGAAN

SERTIFIKASI DAN PENGHARGAAN
PT PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY Tbk
AREA LUMUT BALAI

Indonesia Social Responsibility Award 2025

Silver in Category “Economic Empowerment”

Piagam PRATAMA

Penghargaan EBTKE Tahun 2024
Bidang Panas Bumi

Asian Power Awards 2024

ESG Programme of the Year – Indonesia

Gold Reward

Audit Internal Sistem Manajemen Pengamanan Berdasarkan Peraturan Kepolisian Republik Indonesia No. 7/2019

22 November 2023

Peringkat Biru

Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup (PROPER) Periode 2023 - 2024

Juara 1

Kategori Performance Improvement Loss Manajemen Terbaik Unit Operasi Subholding PNRE Pertamina

12 November 2024

Penghargaan Subroto 2023

Kategori Penilaian Kinerja Pengendalian Pencemaran dan/atau Kerusakan Lingkungan Subkategori Wilayah Kerja Berproduksi

Penghargaan Subroto 2023

Kategori Penilaian Kinerja Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Keteknikan Panas Bumi Subkategori Wilayah Kerja Berproduksi

Juara 3

Kategori Performance Improvement Efisiensi Terbaik di Unit Operasi Subholding Power & New Renewable Energy

12 November 2024

PROSES
PRODUKSI

PROSES PRODUKSI PERUSAHAAN

Kegiatan operasional PLTP Unit 1 Area Lumut Balai diawali dengan kegiatan drilling atau pengeboran di sumur produksi. Dari kegiatan ini didapatkan hasil berupa fluida panas bumi.

Sebelum dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin, fluida panas bumi dari sumur produksi dipisahkan dengan menggunakan separator menjadi dua fasa, yaitu air terproduksi (*brine*) dan uap (*steam*). Dari alat ini uap (*steam*) yang telah dipisahkan dengan air terproduksi (*brine water*) selanjutnya dialirkan melalui pipa transmisi menuju PLTP Unit 1, sedangkan air terproduksi (*brine*) akan diinjeksikan kembali ke perut bumi melalui sumur reinjeksi.

Sedangkan uap yang sudah dipisahkan di *separator* kemudian dialirkan menuju unit *steam vessel* yang berfungsi untuk mengumpulkan *steam* yang sudah dipisahkan di unit sebelumnya. Selanjutnya, uap basah yang masih terkandung dalam steam akan dipisahkan di unit *mist eliminator* untuk memastikan *steam* yang digunakan untuk memproduksi listrik sudah memenuhi standar. Kemudian steam yang bertekanan tinggi akan dialirkan ke HP *turbine* sehingga membuat turbin berputar, dari HP *turbine* ini kemudian uap yang tekanannya sudah berkurang akan dialirkan menuju LP *turbine*. HP dan LP *turbine* terkopel satu poros

dengan generator, sehingga saat *turbine* berputar maka generator akan ikut berputar. Dengan adanya perputaran generator ini akan menghasilkan energi listrik, untuk selanjutnya energi listrik dialirkan ke gardu induk. Uap yang sudah melewati turbin untuk menggerakan LP *turbine*, selanjutnya dialirkan ke kondesor yang berfungsi untuk mengkondensasikan uap menjadi air. Kondensor yang digunakan adalah sistem kontak langsung, yaitu air pendingin dan uap dikontakkan secara langsung. Uap yang telah terkondensasi selanjutnya dialirkan ke cooling tower untuk diturunkan temperaturnya. Air yang berasal dari pendinginan uap ini kemudian digunakan untuk resirkulasi, dimana air pendingin dan uap yang telah terkondensasi setelah dilewatkan cooling tower akan digunakan kembali untuk mengkondensasikan uap di unit kondensor. Pada proses kondensasi ini juga dihasilkan *Non Condensable Gas* (NCG) atau gas yang tidak dapat terkondensasi. Selanjutnya NCG akan dialirkan melalui ejector kemudian dialirkan menuju cooling tower untuk dialirkan ke udara ambien

Sumur Produksi

Sumur produksi adalah lokasi pengambilan uap atau steam sebagai bahan baku utama dalam proses pembangkitan listrik tenaga panasbumi.

Unit ini memiliki input data berupa steam dan brine terproduksi (Ton). Output dari unit ini juga berupa fluida panas bumi terproduksi (Ton).

PRODUCTION UNIT

Separator

Berfungsi untuk memisahkan steam dan brine yang berasal dari sumur produksi. Steam hasil pemisahan dikirimkan ke scrubber melalui pipa uap dan brine dikirimkan ke sumur injeksi melalui pipa injeksi.

Steam Vessel

Berfungsi sebagai alat untuk mengumpulkan steam dari seluruh sumur produksi.

Mist Eliminator

Alat untuk mengeliminasi uap basah dan memastikan steam yang masuk ke turbin adalah *steam* yang sudah memenuhi standar.

Ejector

Berfungsi untuk menghisap NCG dari kondensor menggunakan motive steam.

Vacum Pump

Berfungsi sebagai *gas removal system* pada tekanan tingkat kedua mengikuti steam ejector tingkat pertama.

Kondensor

Kondensor berfungsi untuk mengkondensasikan uap yang keluar dari turbin.

Turbin & Generator

Turbin dan Generator adalah alat untuk memanfaatkan uap panas bumi dan generator membangkitkan energi listrik dari pergerakan turbin.

Hot Well Pump

Pompa pendingin utama yang berfungsi untuk memompakan air kondensat dari kondensor ke cooling tower untuk didinginkan.

Fan Cooling Tower

Alat dengan fungsi menarik udara atmosfer untuk mendinginkan kondensat dari Hot Well Pump yang dipancarkan/disemprotkan dari bagian atas Cooling Tower.

Basin Cooling Tower

Berfungsi sebagai kolam penampung air kondensat dan dilengkapi dengan *screen* basin untuk menyaring kotoran pada air.

Sand Filter

Merupakan sistem penyaringan air bersih menggunakan pasir sebagai penyaring, sehingga kotoran yang terkandung dalam air dapat tersaring.

Distribution Tank

Merupakan tanki air yang berada di unit PLTP, berfungsi untuk mengalirkan air bersih yang telah diproses menuju kegiatan domestik.

HVAC

Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) merupakan sistem yang berfungsi untuk mengatur suhu, kelembapan, dan sirkulasi udara ke bangunan PLTP.

Sumur Reinjeksi

sumur yang berfungsi menginjeksikan cairan ke dalam tanah yang berasal dari sisa hasil pemisahan produksi uap di PLTP.

Transformator

Alat untuk menaikkan tegangan dan menurunkan tegangan.

Emergency Diesel Generator

Genset adalah sumber energi listrik cadangan yang digunakan untuk supply ke peralatan essential/ low voltage di saat sumber listrik utama tidak dapat men-supply (kondisi darurat).

INOVASI
EFISIENSI
ENERGI
PERTAMINA
20
25

INOVASI ASPEK EFISIENSI ENERGI PROGRAM PEMANFAATAN PANAS PADA FASILITAS PRODUKSI DAN REINJEKSI FLUIDA PANAS BUMI UNTUK PENGERINGAN ENDAPAN *BRINE* PT PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY Tbk AREA LUMUT BALAI

PERMASALAHAN AWAL

PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai merupakan salah satu unit pembangkit listrik tenaga panas bumi yang beroperasi untuk memenuhi kebutuhan energi ramah lingkungan di Indonesia. Proses produksi listrik dari energi panas bumi menghasilkan sisa fluida berupa *brine*, yaitu cairan dengan kandungan mineral tinggi yang harus dipisahkan dan ditangani secara khusus sebelum dibuang atau diproses lebih lanjut. Dalam penyaluran *brine* melalui *outlet brine geothermal*, akan dihasilkan residu berupa *brine deposit* (endapan *brine*) yang memiliki nilai manfaat sebagai *oil absorbant*. Dalam pemanfaatan *brine deposit* dibutuhkan proses pengeringan yang selama ini pengeringan dilakukan dengan menggunakan oven listrik konvensional sebagai media utama. Penggunaan oven tersebut menimbulkan permasalahan berupa tingginya konsumsi energi listrik, meningkatkan beban operasional, serta mengurangi efisiensi energi di fasilitas produksi dikarenakan banyaknya *brine deposit* yang harus dikeringkan. Di sisi lain, fasilitas produksi dan sistem reinjeksi fluida panas bumi menghasilkan panas residual *(direct heat)* dalam jumlah besar yang belum termanfaatkan secara optimal. Situasi ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan

antara kebutuhan energi untuk pengeringan *brine* dan peluang pemanfaatan panas sisa proses. Akibatnya, efisiensi energi perusahaan belum optimal, dan beban konsumsi listrik tetap tinggi.

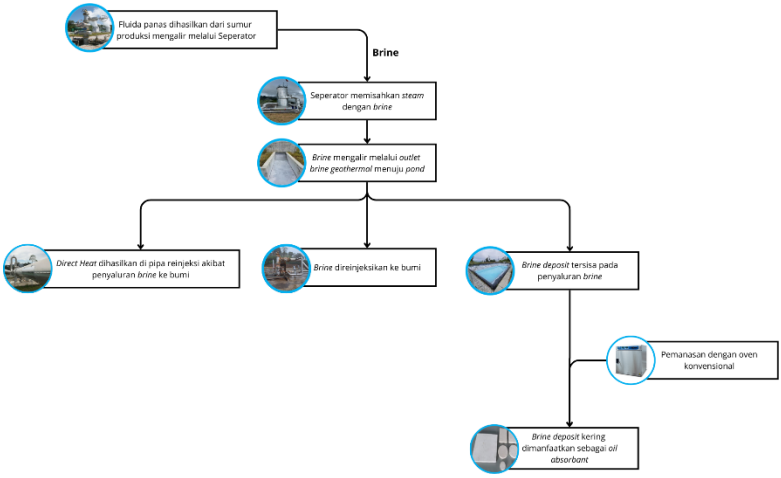
ASAL USUL IDE PERUBAHAN

Ide inovasi ini berawal dari hasil pengamatan tim efisiensi energi di PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai terhadap pola penggunaan energi di fasilitas produksi. Tim menemukan bahwa panas residual dari proses pemisahan fluida panas bumi dan sistem reinjeksi sebenarnya menghasilkan panas dalam jumlah besar yang selama ini dilepaskan ke udara atau lingkungan tanpa pemanfaatan lebih lanjut. Di sisi lain, endapan *brine deposit* yang dihasilkan membutuhkan proses pengeringan untuk pembuatan *oil absorban*. Melihat adanya ketimpangan ini, tim efisiensi energi mengusulkan pemanfaatan panas residual dari fasilitas produksi dan sistem reinjeksi sebagai media pengering endapan *brine*, menggantikan oven listrik yang selama ini digunakan. Inovasi ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap konsumsi listrik, meningkatkan efisiensi energi, serta memanfaatkan *direct heat* dari panas bumi. Dengan demikian, program ini selaras dengan prinsip energi terbarukan, efisiensi operasional, dan komitmen perusahaan terhadap pengurangan emisi karbon. Program Inovasi **"Pemanfaatan Panas pada Fasilitas Produksi dan Reinjeksi Fluida Panas Bumi untuk Pengeringan Endapan *Brine*"** merupakan **pionir yang belum ditemukan dalam industri sejenis** berdasarkan **Buku Best Practice dan Inovasi Tahun 2020, 2021, 2022, 2023**

yang **dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan dan Kehutanan.**

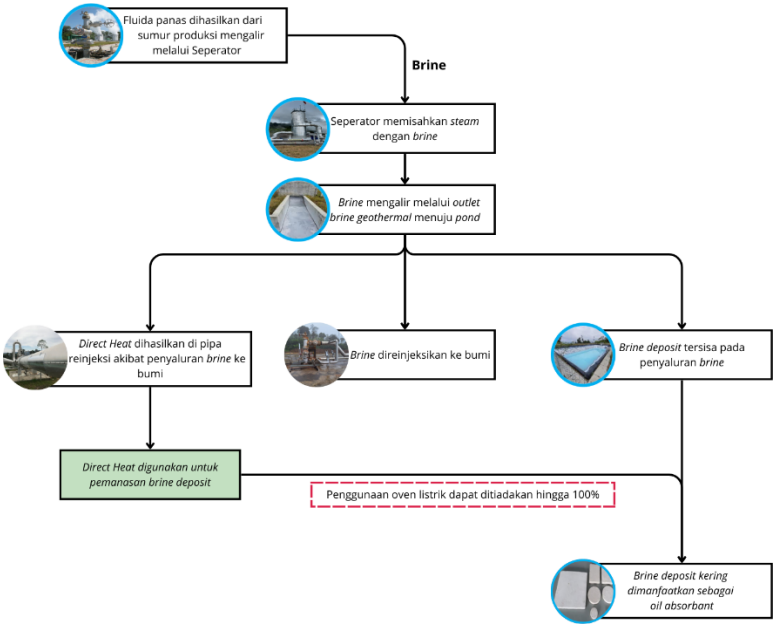
PERUBAHAN YANG DILAKUKAN DARI SISTEM LAMA

Sebelum inovasi diterapkan, sistem pengeringan endapan *brine deposit* di PT Pertamina Geothermal Energy Tbk - Area Lumut Balai masih sepenuhnya bergantung pada oven listrik konvensional. **Pemanasan dilakukan setiap 52 hari, dengan waktu pemanasan 24 jam. Penggunaan oven ini memerlukan suplai listrik yang cukup besar mencapai 14.976 kWh dari pemakaian listrik *own use* perusahaan**, sehingga menambah beban konsumsi energi perusahaan. Disisi lain, panas sisa dari proses produksi dan sistem reinjeksi hanya dilepaskan ke lingkungan tanpa pemanfaatan lebih lanjut, sehingga terjadi pemborosan potensi energi.



Gambar 1 Skema Sebelum Program

Setelah pelaksanaan program, **panas residual *(direct heat)* yang dihasilkan dari *separator* untuk menginjeksikan fluida panas bumi dimanfaatkan sebagai media pengering alami untuk endapan *brine deposit*.** Sistem pemanasan dilakukan dengan proses pembuatan *window* pada pipa reinjeksi. Pengujian kualitas *window* pipa telah dilakukan dengan membandingkan durasi dan kualitas hasil pemanasan antara menggunakan oven dan konduksi panas pada pipa (*Standard* ASTM F716-18) sehingga hasil pengeringan *brine deposit* sesuai dengan standar yang berlaku.



Gambar 2 Skema Setelah Program

Sistem pemanasan dengan *direct heat* ini memanfaatkan panas yang sebelumnya terbuang, tanpa perlu konversi energi

tambahan, sehingga **penggunaan oven listrik dapat dikurangi secara signifikan** dalam jangka panjang. Hasilnya, konsumsi listrik menurun **sebesar 100% atau 14.976 kWh pada tahun 2024**. Selain itu, inovasi ini mendukung pengurangan emisi karbon, meningkatkan performa fasilitas produksi, dan memperpanjang umur peralatan oven. Program ini menjadi salah satu langkah nyata perusahaan dalam penerapan prinsip efisiensi energi dan pengelolaan panas bumi yang ramah lingkungan.

TIPE DAN NILAI TAMBAH INOVASI

Program inovasi **Pemanfaatan Panas pada Fasilitas Produksi dan Reinjeksi Fluida Panas Bumi untuk Pengeringan Endapan *Brine*** merupakan tipe inovasi **penambahan komponen** karena hanya terjadi di internal perusahaan. Inovasi ini dilakukan dengan mensubstitusi penggunaan oven dengan pemanfaatan panas (*direct heat*) pada pada fasilitas produksi dan reinjeksi fluida panas bumi untuk pengeringan endapan *brine*.

Apabila ditinjau dari ***Life Cycle Assesment* (LCA),** inovasi ini merupakan program **perbaikan lingkungan yang dilakukan pada proses *production* melalui *Energy Minimize*,** yaitu pengurangan energi yang digunakan untuk pengeringan endapan *brine* dengan meminimalisir penggunaan oven dan memanfaatkan panas pada fasilitas produksi dan reinjeksi fluida panas bumi.

Selain itu, apabila ditinjau dari ***Four Types of Wasted Value*,** inovasi ini termasuk dalam siklus ***Design & Sourcing*** **Untuk mencegah terjadinya *Wasted Resources*** melalui penggunaan panas pada fasilitas produksi dan reinjeksi fluida

panas bumi untuk meminimalisir penggunaan oven dalam pengeringan endapan *brine*.

Inovasi **Pemanfaatan Panas pada Fasilitas Produksi dan Reinjeksi Fluida Panas Bumi untuk Pengeringan Endapan *Brine*** memiliki beberapa nilai tambah yaitu **perubahan perilaku** perusahaan menjadi lebih sadar akan pentingnya pemeliharaan dan efisiensi energi dalam kehidupan sehari-hari. dengan demikian, tidak hanya meningkatkan keberlanjutan operasional **(dampak ke perusahaan)** tetapi juga mengubah budaya kerja menuju efisiensi dan keberlanjutan jangka panjang **(dampak ke lingkungan).**

KUANTIFIKASI DAMPAK LINGKUNGAN DAN PENGHEMATAN

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa penurunan emisi sebesar **14.976 KWh atau 53.914 GJ.**

Hasil Absolut = (((Daya Oven x Durasi Penggunaan Oven x Jumlah Hari Operasional x Jumlah Unit Oven) - (Daya Oven x Durasi Penggunaan Oven x Jumlah Hari Operasional x Jumlah Unit Oven)) x Faktor Konversi Energi dari Listrik)

= (((12 kWh x 24 jam x 52 hari/tahun x 1 unit) - (12 kWh x 0 jam x 0 hari/tahun x 1 unit)) x 0,0036 GJ/kWh)

= 14.976 kWh x 0,0036 GJ/kWh

= 53.9136 GJ

Inovasi ini memberikan dampak penghematan biaya baik dari segi perbaikan lingkungan maupun biaya operasional sebesar **Rp20.258.416,00.**

Penghematan = Hasil absolut x Harga listrik per kWh
= 14.976 kWh x Rp1.353,00
= Rp20.258.416,00

Gambar 3 Setelah Program Berjalan

INOVASI PENURUNAN EMISI

2025

INOVASI ASPEK PENURUNAN EMISI MENINGKATKAN AKURASI *OPEN* HCV DENGAN ALAT MIS EVA (MISTAR PENGUKUR BUKAAN *VALVE*) PADA HAND *CONTROL VALVE* PT PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY Tbk AREA LUMUT BALAI

PERMASALAHAN AWAL

PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai adalah salah satu unit pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) yang memanfaatkan fluida panas bumi sebagai sumber energi terbarukan. Salah satu elemen penting dalam proses produksi adalah pengaturan aliran fluida panas bumi dari sumur produksi menuju separator dan peralatan proses lainnya. Untuk mengatur debit aliran ini digunakan *Hand Control Valve* (HCV) yang berlokasi langsung di sumur produksi. Pengaturan bukaan HCV harus dilakukan dengan sangat presisi karena kesalahan dalam pembukaan dapat menyebabkan masalah serius. Apabila bukaan HCV melebihi ketentuan, maka akan terjadi kelebihan aliran *steam* ke sistem *venting rock muffler* sehingga *steam* tidak termanfaatkan maksimal untuk memutar turbin, mengurangi efisiensi produksi listrik. Selain itu, *steam* yang terbuang turut membawa emisi berupa *Non Condensable Gas* (NCG) berupa CO_2 dan CH_4 yang apabila tidak dikontrol dapat meningkatkan emisi Gas Rumah Kaca. Sebaliknya, jika bukaan terlalu kecil hingga menyentuh *Minimum Discharge Pressure* (MDP), tekanan fluida di sumur tidak dapat dipertahankan sehingga sumur berisiko mati *(well off)* dan berdampak pada penurunan pembangkitan

listrik. Selama ini, pengukuran bukaan HCV dilakukan secara manual tanpa alat bantu standar, sehingga potensi kesalahan pembacaan sangat tinggi dan dapat berujung pada ketidakefisienan serta peningkatan emisi akibat *steam* yang terbuang.

ASAL USUL IDE PERUBAHAN

Ide inovasi ini berawal dari hasil evaluasi operasional oleh tim lapangan dan tim penurunan emisi di PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai. Tim menemukan adanya tren penurunan efisiensi pembangkitan dan peningkatan venting uap ke *rock muffler* akibat ketidakakuratan dalam pengaturan bukaan HCV di sumur produksi. Pengaturan bukaan selama ini mengandalkan estimasi visual operator tanpa alat ukur baku, sehingga potensi deviasi pembukaan sangat besar. Berdasarkan hasil evaluasi dan diskusi lintas fungsi, tim mengusulkan penggunaan alat bantu sederhana namun akurat berupa Mis Eva (Mistar Pengukur Bukaan *Valve*). Alat ini dirancang untuk memberikan pengukuran pasti terkait tingkat bukaan HCV sehingga operator dapat melakukan penyesuaian presisi sesuai standar operasi dan target tekanan sumur. Inovasi ini diinisiasi sebagai bagian dari upaya menurunkan emisi akibat venting uap berlebih dan menjaga kestabilan produksi listrik. Selain meningkatkan akurasi, alat Mis Eva juga meningkatkan keselamatan kerja dan mengurangi risiko sumur mati akibat pembukaan HCV yang tidak sesuai.

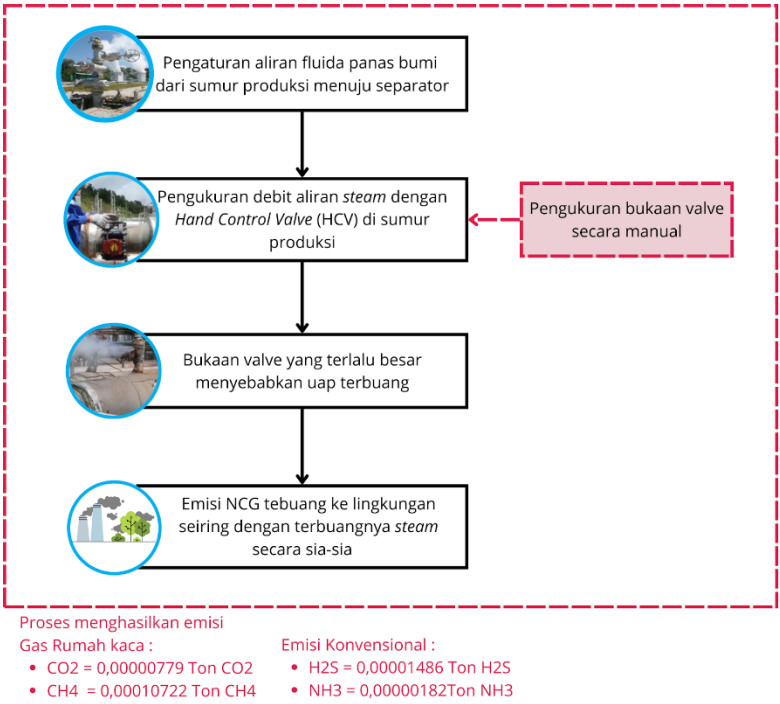
Program Inovasi **“Program Meningkatkan Akurasi Open HCV dengan Alat Mis Eva (Mistar Pengukur Bukaan**

***Valve*) Pada *Hand Control Valve*"** merupakan **pionir yang belum ditemukan dalam industri sejenis** berdasarkan **Buku Best Practice dan Inovasi Tahun 2020, 2021, 2022, 2023** yang **dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.**

PERUBAHAN YANG DILAKUKAN DARI SISTEM LAMA

Sebelum inovasi ini diterapkan, proses pengaturan bukaan *Hand Control Valve* (HCV) di sumur produksi PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai dilakukan sepenuhnya berdasarkan pengamatan visual dan pengalaman operator. **Tidak tersedia alat bantu pengukur standar untuk memastikan tingkat bukaan HCV sesuai dengan ketentuan operasional yang ditetapkan**. Akibatnya, potensi terjadinya kesalahan pembacaan sangat tinggi, baik karena faktor subjektivitas maupun keterbatasan kondisi lapangan. **Kesalahan ini dapat menyebabkan bukaan *valve* melebihi batas optimal**, sehingga terjadi kelebihan uap yang terbuang ke *venting rock muffler*. Uap tersebut tidak dimanfaatkan untuk memutar turbin, menurunkan efisiensi pembangkitan listrik, dan meningkatkan emisi lingkungan. *Steam* yang terbuang turut membawa emisi berupa *Non Condensable Gas* (NCG) berupa CO_2 dan CH_4 yang apabila tidak dikontrol dapat meningkatkan emisi Gas Rumah Kaca. **Adapun produksi listrik yang terbuang sebelum program berjalan mencapai 39 kWh, dengan emisi gas rumah kaca CO_2 terbuang ke lingkungan sebesar 0,00010722 Ton CO_2, emisi CH_4 terbuang ke lingkungan sebesar 0,00000779 Ton CH_4, Emisi konvensional H_2S terbuang ke lingkungan**

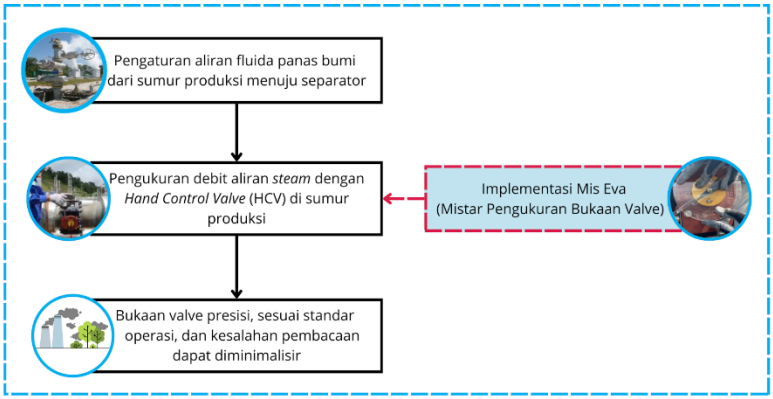
sebesar 0,00001486 Ton H_2S, dan Emisi NH_3 terbuang ke lingkungan sebesar 0,00000182 Ton NH_3.



Gambar 4 Skema Sebelum Program (Kondisi Awal)

Setelah penerapan inovasi, operator dilengkapi dengan alat Mis Eva (Mistar Pengukur Bukaan *Valve*) yang berfungsi memberikan **pengukuran akurat terhadap tingkat bukaan HCV**. Alat ini sederhana namun efektif untuk memastikan bukaan *valve* sesuai standar operasi dan target tekanan sumur. Dengan adanya Mis Eva, kesalahan subjektif dalam pembacaan dapat diminimalkan, sehingga *venting* uap ke *rock muffler* dapat ditekan. Uap panas bumi termanfaatkan maksimal untuk proses

pembangkitan listrik melalui turbin, meningkatkan efisiensi energi, dan secara langsung menurunkan emisi akibat pembuangan uap ke atmosfer. Inovasi ini juga mencegah risiko sumur mati karena tekanan dapat dikontrol lebih stabil. Dampak lainnya adalah meningkatnya keselamatan kerja, keandalan sistem produksi, serta terciptanya budaya kerja yang lebih presisi dan efisien di lingkungan PLTP Lumut Balai.



Gambar 5 Skema Setelah Program

Setelah program inovasi ini dilakukan, penurunan emisi gas rumah kaca mencapai 0,00011501 Ton CO_2eq dan penurunan emisi konvensional H_2S mencapai 0,00001486 Ton H_2S, dan Emisi NH_3 mencapai 0,00000182 Ton NH_3. **Penurunan emisi yang mencapai 100%** dari sebelumnya tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga mendukung tujuan keberlanjutan pengelolaan emisi di PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai.

TIPE DAN NILAI TAMBAH INOVASI

Program inovasi **Program Meningkatkan Akurasi *Open* HCV dengan Alat Mis Eva (Mistar Pengukur Bukaan *Valve*) Pada *Hand Control Valve*** merupakan tipe inovasi **penambahan komponen** karena hanya terjadi di internal perusahaan. Inovasi ini dilakukan dengan menambahkan alat pengukuran bukaan *Hand Control Valve* (HCV) di sumur produksi.

Apabila ditinjau dari ***Life Cycle Assessment (LCA)*, inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan pada proses *production* melalui *Energy Minimize*,** melalui berkurangnya *steam* (energi) yang terbuang sia-sia ke lingkungan akibat tidak terkontrolnya bukaan HCV, sehingga mengurangi emisi NCG Gas Rumah Kaca (GRK) yang digunakan selama proses produksi di sumur produksi.

Selain itu, apabila ditinjau dari ***Four Types of Wasted Value*, inovasi ini termasuk dalam siklus *End of Use Recycling* Untuk** mencegah terjadinya ***Wasted Embedded Value*** melalui penggunaan alat pengukuran bukaan *Hand Control Valve* (HCV) di sumur produksi.

Inovasi **Program Meningkatkan Akurasi *Open* HCV dengan Alat Mis Eva (Mistar Pengukur Bukaan *Valve*) Pada *Hand Control Valve*** memiliki beberapa nilai tambah yaitu **perubahan perilaku** perusahaan menjadi lebih sadar akan pentingnya pemeliharaan dan efisiensi energi dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, tidak hanya meningkatkan keberlanjutan operasional **(dampak ke perusahaan)** tetapi juga mengubah budaya kerja menuju efisiensi dan keberlanjutan jangka panjang **(dampak ke lingkungan).**

KUANTIFIKASI DAMPAK LINGKUNGAN DAN PENGHEMATAN

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa penurunan **emisi gas rumah kaca sebesar 0,00011501 Ton CO_2eq, emisi konvensional H_2S sebesar 0,00011501 Ton CO_2eq, dan emisi konvensional NH_3 sebesar 0,00000182 Ton NH_3.**

Total efisiensi energi	=	Konsumsi Listrik Motor Pneumatic valve x Load Udara) x ROT per tahun
	=	(0,3 kW x 0,25 jam) x 520
	=	39 kWh
Hasil absolut GRK	=	(Efisiensi Listrik x Faktor emisi CO_2) + (Efisiensi listrik x Faktor Emisi CH_4 x Faktor Konversi Emisi CH_4
	=	(39 KWh x 0,003 Ton CO_2eq/Mwh) + (39 KWh x 0,00000951 Ton CH_4/MWh x 21,0000 Ton CO_2eq/Ton CH_4) : 1000
	=	0,00011501 Ton CO_2eq
Hasil absolut H_2S	=	Efisiensi Listrik x Faktor emisi H_2S
	=	39 KWh x 0,00038103 Ton H_2S/Mwh: 1000
	=	0,00011501 Ton CO_2eq
Hasil absolut NH_3	=	Efisiensi Listrik x Faktor emisi NH_3
	=	39 KWh x 0,0000467 Ton NH_3/Mwh: 1000
	=	0,00000182 Ton NH_3

Inovasi ini memberikan dampak penghematan biaya baik dari segi perbaikan lingkungan maupun biaya operasional sebesar Rp53.276,77.

Penghematan Listrik	=	Hasil absolut x Harga listrik per kWh
	=	39,00 KWh x Rp1.353/kWh
	=	Rp52.756,00
Penghematan CO_2eq	=	Hasil Absolut Emisi GRK x Biaya Carbon *Trading*
	=	0,00011501 Ton CO_2eq x Rp65.021,20
	=	Rp7,48
Penghematan H_2S	=	Hasil Absolut Emisi H_2S x Biaya H_2S *Damage Value*
	=	0,00001486 Ton CO_2eq x Rp29.108.469,28
	=	Rp432,56
Penghematan NH_3	=	Hasil Absolut Emisi NH_3 x Biaya NH_3 *Damage Value*
	=	0,00000182 Ton CO_2eq x Rp43.540.000,00
	=	Rp79,26
Total Penghematan	=	Penghematan Listrik + Penghematan CO_2eq + Penghematan H_2S + Penghematan NH_3
	=	Rp52.756,00 + Rp 7,48 + Rp432,56 + Rp79,26
	=	Rp53.276,77

Gambar 6 Pembukaan *Hand Control Valve* Sebelum Program

Gambar 7 Mistar Pengukuran Bukaan *Valve*

Gambar 8 Penggunaan Mistar Pengukuran Bukaan *Valve* Setelah Program

INOVASI
PENGURANGAN
LIMBAH
B3
2025

INOVASI PENGURANGAN LIMBAH B3
HEMAT LIMBAH DENGAN RITA (*REUSABLE* IBC *TANK*)
PT PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY Tbk
AREA LUMUT BALAI

PERMASALAHAN AWAL

Dalam proses produksi PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai, dibutuhkan berbagai macam bahan kimia sebagai penunjang, seperti NaOH dan Biocide. Setelah penggunaan bahan kimia tersebut untuk keperluan laboratorium dan penetralan pH *brine*, dihasilkan timbulan limbah B3 berupa kemasan bekas B3. Kemasan bahan kimia yang sudah tidak terpakai tersebut merupakan kemasan sekali pakai, sehingga tidak dapat digunakan kembali dan menjadi timbulan kemasan bekas B3. Timbulan kemasan bekas B3 mencapai 1,804 Ton sebelum adanya program. Kondisi ini berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik, sehingga dibutuhkan sebuah solusi untuk mengurangi timbulan tersebut.

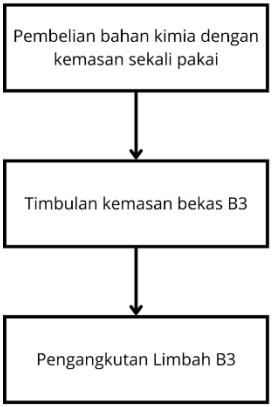
ASAL USUL IDE PERUBAHAN

Asal usul ide inovasi ini berdasarkan gagasan tim pengelolaan limbah B3 PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai, melihat dari banyaknya timbulan limbah B3 kemasan bekas B3 sebagai wadah bahan kimia. Hal inilah yang memunculkan gagasan inovasi untuk menurunkan timbulan kemasan bekas B3. Program Inovasi **"Hemat Limbah dengan RITA (*Reusable* IBC *Tank*)"** merupakan **pionir yang belum ditemukan dalam industri sejenis** berdasarkan **Buku Best**

Practice dan Inovasi Tahun 2020, 2021, 2022, 2023 yang **dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.**

PERUBAHAN YANG DILAKUKAN DARI SISTEM LAMA

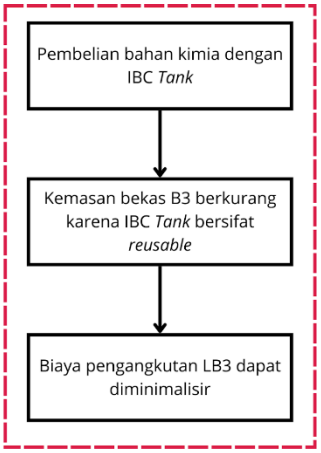
Sebelum program inovasi, PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai menghasilkan limbah kemasan bekas B3 yang sebelumnya digunakan sebagai wadah bahan kimia. Kemasan tersebut berasal dari pemakaian bahan kimia tambahan yang digunakan dalam proses geothermal. Seluruh kemasan yang digunakan merupakan kemasan sekali pakai, sehingga menimbulkan akumulasi limbah kemasan bekas B3 dalam jumlah yang cukup tinggi. Akumulasi limbah kemasan B3 mencapai 1,804 Ton sebelum adanya program.



Gambar 9 Skema Sebelum Program

Setelah adanya program inovasi, PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai melakukan pembelian bahan kimia dengan menggunakan IBC *Tank* yang bersifat

reusable atau dapat digunakan berkali-kali. IBC *Tank* yang digunakan berbentuk balok dengan volume sebesar 1 m^3. Penggunaan IBC *Tank* sebagai wadah bahan kimia mampu mengurangi timbulan kemasan bekas B3 secara signifikan. Selain itu, jumlah wadah yang dibutuhkan juga menjadi lebih sedikit karena kapasitas IBC *Tank* yang besar. Penerapan program ini turut membantu menekan biaya pengangkutan limbah B3.



Gambar 10 Skema Setelah Program

TIPE DAN NILAI TAMBAH INOVASI

Program inovasi “Hemat Limbah dengan RITA (*Reusable* IBC *Tank*)” merupakan tipe inovasi perubahan **penambahan komponen** karena perubahan terjadi hanya terjadi pada proses produksi di internal perusahaan, yaitu pengurangan kemasan bekas B3.

Apabila ditinjau dari ***Life Cycle Assessment*** **(LCA)**, inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang

dilakukan di proses ***Waste*** yaitu melalui ***Highest Entropy Products Made Most Durable*** dengan upaya meminimalisir timbulan limbah B3 berupa kemasan bekas B3. Selain itu, apabila ditinjau dari ***Four Types of Wasted Value***, inovasi ini berada di siklus ***Reverse Logistics*** untuk mencegah terbentuknya ***wasted embedded value***, dimana terdapat pengurangan limbah B3 melalui pemanfaatan IBC *Tank* sebagai wadah bahan kimia, sehingga timbulan limbah B3 dapat berkurang.

Inovasi ini memiliki nilai tambah **perubahan perilaku**. Program inovasi ini menyebabkan perubahan perilaku yaitu meningkatkan kesadaran pekerja untuk melakukan pengurangan Limbah B3 **(dampak positif terhadap pegawai perusahaan)** dan dengan berkurangnya Limbah B3 yang dihasilkan pada akhirnya perusahaan berkontribusi terhadap pengendalian dampak buruk ke lingkungan **(dampak kepada lingkungan)**. Selain dari itu perubahan ini juga memberikan nilai tambah bagi perusahaan, yaitu merealisasikan tanggung jawab sosial dalam mereduksi timbulan limbah B3 yang memiliki dampak buruk terhadap lingkungan serta penghematan anggaran pengangkutan dan pengolahan limbah B3 sebesar Rp46.133.600,00.

KUANTIFIKASI DAMPAK LINGKUNGAN DAN PENGHEMATAN

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa penurunan timbulan kemasan bekas B3 sebesar 1,804 Ton pada tahun 2024.

Hasil Absolut = Berat limbah kemasan bekas B3 sebelum program (Ton) - Berat limbah kemasan bekas B3 setelah program (Ton)
= 1,804 Ton – 0 Ton
= 1,804 Ton

Inovasi ini memberikan dampak penghematan atau penurunan biaya sebesar Rp46.133.600,00 pada tahun 2024.

Penghematan = (Hasil absolut (Ton) x Biaya pengolahan kemasan bekas B3) + Biaya Pengangkutan LB3
= (1,804 Ton x Rp3.400.000) + Rp40.000.000
= Rp46.133.600,00

Gambar 11 Penggunaan Jerigen Sekali Pakai (Sebelum Program)

Gambar 12 Penggunaan IBC *Tank* (Setelah Program)

INOVASI
EFISIENSI
AIR &
BPA
20
25

INOVASI EFISIENSI AIR
BBWS (*BATCH BASED WATER SAVING*)
PT PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY Tbk
AREA LUMUT BALAI

PERMASALAHAN AWAL

Pada kegiatan *sampling* geokimia fluida FCRS (*Fluid Collection and Reinjection System*), PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai menggunakan *mini condenser* sebagai alat untuk mengkondensasikan sampel pada kegiatan sampling. Proses kerja *mini condenser* memerlukan suplai air pendingin yang dialirkan secara kontinu dengan kebutuhan mencapai 50 liter per titik *sampling*. Dalam satu rangkaian kegiatan, jumlah titik *sampling* yang cukup banyak menyebabkan volume air yang digunakan menjadi sangat besar. Kondisi ini berpotensi meningkatkan konsumsi air secara signifikan dan kurang sejalan dengan komitmen perusahaan dalam menerapkan prinsip efisiensi sumber daya. Selain itu, metode penggunaan air secara kontinu memiliki potensi pemborosan karena tidak seluruh air pendingin termanfaatkan secara optimal selama proses berlangsung. Permasalahan ini menjadi dasar bagi perlunya inovasi metode pendinginan yang dapat mengurangi volume air yang digunakan, namun tetap mempertahankan efektivitas proses kondensasi dan kualitas hasil *sampling*.

ASAL USUL IDE PERUBAHAN

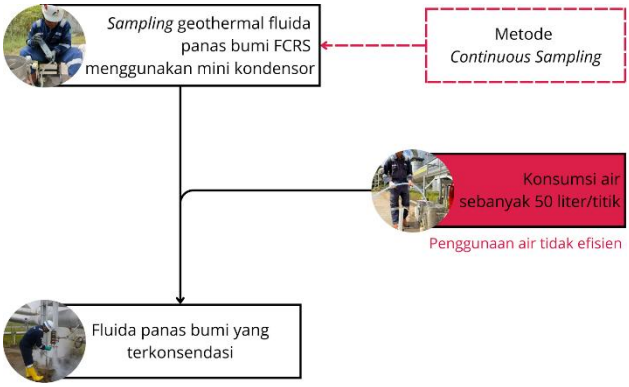
Asal usul ide inovasi efisiensi air pada proses sampling geokimia fluida FCRS (*Fluid Collection and Reinjection System*) ini

berdasarkan **gagasan tim efisiensi air dan penurunan beban pencemaran PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai** yang didasari atas observasi adanya konsumsi air berlebih pada proses sampling. Tim Efisiensi Air dan Penurunan Beban Pencemaran PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai menginisiasi program inovasi BBWS (*Batch Based Water Sampling*).

Program Inovasi **"BBWS (*Batch Based Water Sampling*)"** merupakan **pionir yang tidak ditemukan dalam industri sejenis** berdasarkan **Buku Best Practice dan Inovasi Tahun 2020, 2021, 2022, dan 2023** yang **dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.**

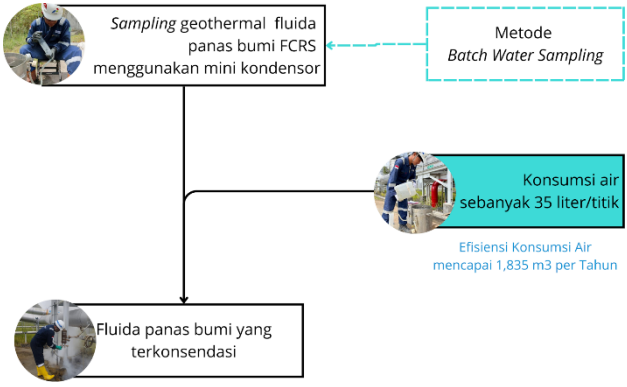
PERUBAHAN YANG DILAKUKAN DARI SISTEM LAMA

Sebelum adanya program inovasi, kebutuhan air yang digunakan pada mini kondensor untuk mengkondensasikan sampel pada kegiatan *sampling* geokimia fluida sebesar 50 liter per titik *sampling*. ***Sampling* dilakukan secara kontinu**, yang artinya suplai air pendingin pada mini kondensor akan mengalir secara terus menerus selama proses *sampling*. Akibatnya, banyak air yang terbuang karena tidak semua aliran air terpakai untuk proses kondensasi. Oleh karena itu, untuk meningkatkan efektivitas pada proses kondensasi, diadakan perubahan metode *sampling*.



Gambar 13 Skema Sebelum Program

Setelah adanya program inovasi, metode *sampling* yang sebelumnya kontinu **diubah dengan metode *batch water sampling***. Dimana pada metode ini, penggunaan air lebih efisien karena hanya dipakai sesuai kebutuhan proses kondensasi tanpa adanya aliran terus-menerus. Dengan metode ini, kebutuhan air mini kondensor untuk mengkondensasikan uap dari fluida panas bumi yang sebelumnya sebesar 50 liter per titik *sampling* dapat direduksi menjadi 35 liter per titik *sampling*.



Gambar 14 Skema Setelah Program

TIPE DAN NILAI TAMBAH INOVASI

Program inovasi "**BBWS (*Batch Based Water Sampling*)**" merupakan tipe inovasi **penambahan komponen** karena perubahan terjadi di internal perusahaan yaitu penggantian metode *sampling* geothermal fluida panas bumi dari sistem kontinu menjadi *batch water sampling*.

Apabila ditinjau dari ***Life Cycle Assessment* (LCA)**, inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses **Produksi (*Production)*** yaitu melalui efisiensi air yaitu upaya pengurangan pemakaian air bersih proses kondensasi di *mini condenser* dengan perubahan metode *sampling*, dimana sebelumnya kebutuhan air untuk *sampling* sebesar 50 liter/titik *sampling* menjadi 35 liter/titik *sampling*.

Selain itu, apabila ditinjau dari ***Four Types of Wasted Value***, inovasi ini berada pada siklus ***Reverse Logistics*** untuk mencegah terbentuknya ***Wasted Embedded Value*** yaitu melalui penggantian sistem *sampling* geothermal fluida panas bumi untuk mengurangi penggunaan air berlebih pada *mini condenser*.

Implementasi program **BBWS (*Batch Based Water Sampling*)** memberikan nilai tambah berupa **perubahan perilaku** di kalangan staf operasional dan teknisi. Perubahan metode *sampling* dari kontinu menjadi metode *batch water sampling* meningkatkan efisiensi konsumsi air dalam proses *sampling* geothermal fluida panas bumi. Perubahan metode ini dapat mengurangi resiko penggunaan air berlebih dalam proses *sampling* yang bisa berakibat pada tingginya penggunaan air permukaan. Selain itu, program **BBWS (*Batch Based Water Sampling*)** dapat memberikan **dampak positif kepada**

perusahaan meliputi penghematan biaya operasional dari penghematan konsumsi air bersih. Sedangkan **dampak positif kepada lingkungan** yang diberikan adalah mendukung keberlanjutan lingkungan konservasi sumber daya air dengan penghematan air.

Gambar 15 Pengisian Air Secara Kontinu pada Mini Kondensor Sebelum Program Dilaksanakan

Gambar 16 Pengisian Air dengan Metode *Batch Water Sampling* Sesudah Program Dilaksanakan

Gambar 17 *Sampling* Geokimia Fluida Panas Bumi FCRS

KUANTIFIKASI DAMPAK LINGKUNGAN DAN PENGHEMATAN

Inovasi ini memberikan dampak efisiensi air berupa penurunan penggunaan air pada kegiatan *sampling* sebesar 1,835 m^3/tahun pada tahun 2024.

Hasil Absolut = (Kebutuhan air sebelum program - kebutuhan air setelah program) : Faktor konversi L ke m^3

= (Kebutuhan air per titik sampling sebelum program x Jumlah titik sampling) - (Kebutuhan air per titik sampling setelah program x Jumlah titik sampling) : Faktor konversi L ke m^3

= ((50 liter/titik sampling x 123 titik sampling) - (35 liter/titik sampling x 123 titik sampling)) : 1000 /1000 L/m^3

= 1,835 m^3

Inovasi ini memberikan dampak penghematan atau penurunan biaya sebesar Rp23.206,41 pada tahun 2024.

Penghematan = Hasil absolut x biaya air bersih

= 1,835 m^3 x Rp12.578,00/m^3

= Rp23.206,41

INOVASI PENGELOLAAN SAMPAH

2025

INOVASI PENGELOLAAN SAMPAH LUMUTAG : DIGITALISASI TAGIHAN RAMAH LINGKUNGAN MELALUI APLIKASI IVENDOR PT PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY Tbk AREA LUMUT BALAI

PERMASALAHAN AWAL

Sebagai salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pengembangan dan pengelolaan panas bumi, PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai terdiri dari empat departemen atau bidang, yaitu operasional, maintenance, business support, dan HSSE. Sebagai perusahaan pembangkit listrik tenaga panas bumi yang dalam kegiatan operasionalnya juga menghasilkan sampah berupa sampah anorganik. Sampah anorganik, khususnya kertas, memiliki timbulan yang cukup tinggi untuk kegiatan administrasi dan pelaporan. Sebagian besar kegiatan administrasi masih dilakukan secara manual dengan mencetak dokumen pada kertas. Salah satunya adalah pembuatan tagihan bagi vendor atau mitra yang bekerja sama dengan perusahaan. Pembuatan tagihan menggunakan *hard file* dinilai kurang efisien dan tidak ramah lingkungan, membutuhkan sekitar 15.360 lembar kertas tiap tahunnya. Banyaknya kebutuhan penggunaan kertas untuk kegiatan administrasi menyebabkan timbulan sampah kertas meningkat, sehingga berpotensi menjadi beban tambahan bagi sistem pengelolaan sampah perusahaan. Permasalahan tersebut menjadi dasar pemikiran perlunya inovasi sederhana namun berdampak, baik untuk pengurangan sampah maupun peningkatan kualitas lingkungan.

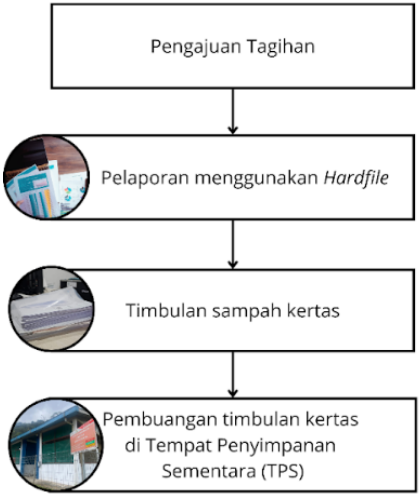
ASAL USUL IDE PERUBAHAN

Ide untuk meminimalisir timbulan sampah kertas melalui program **LumuTag : Digitalisasi Tagihan Ramah Lingkungan melalui iVendor** berasal dari gagasan dari tim pengelolaan sampah PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai, karena melihat timbulan sampah kertas yang menumpuk.

Program Inovasi **"LumuTag : Digitalisasi Tagihan Ramah Lingkungan melalui iVendor"** merupakan **pionir yang belum ditemukan dalam industri sejenis** berdasarkan **Buku Best Practice dan Inovasi Tahun 2020, 2021, 2022, 2023** yang **dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.**

PERUBAHAN YANG DILAKUKAN DARI SISTEM LAMA

Sebelum adanya program inovasi, pembuatan tagihan untuk mitra atau vendor yang bekerja sama dengan PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai masih menggunakan *hard file* atau kertas. Dengan rata-rata 32 tagihan per bulan dan setiap tagihannya membutuhkan 10 lembar kertas HVS, **penggunaan kertas mencapai 15.360 lembar setiap tahunnya**. Kondisi ini menyebabkan timbulan sampah kertas cukup tinggi, yang pada akhirnya meningkatkan volume sampah anorganik yang harus dikelola.

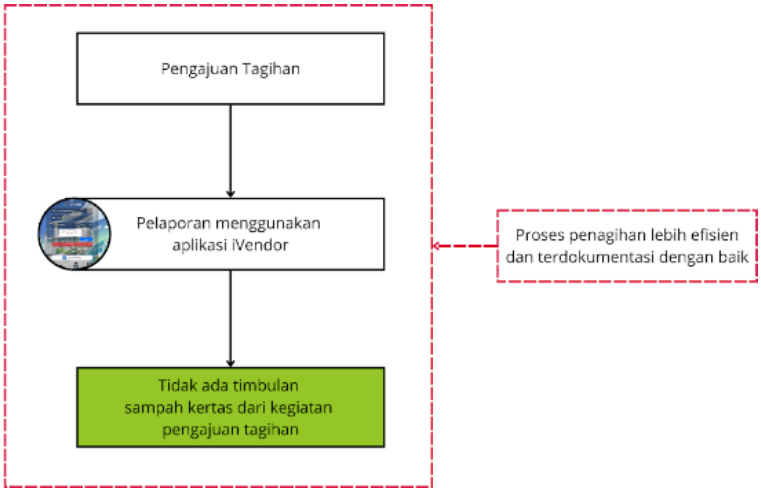


Gambar 18 Skema Sebelum Program

Setelah adanya program inovasi, dengan hadirnya program Optimalisasi Penggunaan iVendor, yaitu website berbasis teknologi informasi untuk memudahkan mitra atau vendor untuk mengakses informasi terkait tagihan dan memantau progres penagihan. Tagihan yang sebelumnya dicetak manual dalam bentuk *hard file* kini dapat diinput langsung secara daring, sehingga menghilangkan kebutuhan penggunaan kertas dalam proses pelaporan.

Hasilnya, terdapat dua dampak positif langsung. Pertama, timbulan sampah **kertas dapat ditekan secara signifikan hingga mencapai sekitar 0,1075 Ton** sehingga mengurangi volume sampah yang harus diangkut dan diolah. Kedua, sistem penagihan menjadi lebih efisien, cepat, dan terdokumentasi dengan baik,

sekaligus mendukung upaya perusahaan dalam mengurangi penggunaan sumber daya dan menjaga kelestarian lingkungan.



Gambar 19 Skema Setelah Program

Program inovasi “LumuTag : Digitalisasi Tagihan Ramah Lingkungan melalui iVendor” merupakan tipe inovasi **penambahan komponen** karena perubahan hanya terjadi di internal perusahaan yaitu terkait pengurangan timbulan sampah kertas.

Apabila ditinjau dari ***Life Cycle Assessment*** **(LCA)**, inovasi ini merupakan program perbaikan lingkungan yang dilakukan di proses ***Waste*** yaitu dengan upaya meminimasi timbulan sampah kertas. Selain itu, apabila ditinjau dari ***Four Types of Wasted Value***, inovasi ini berada di siklus ***Design and Sourcing*** untuk mencegah terbentuknya ***Wasted Resources***, dimana terdapat pengurangan penggunaan kertas untuk membuat

tagihan dan menggantinya dengan aplikasi iVendor, sehingga sampah kertas yang timbul dapat diminimalisir.

Inovasi ini memiliki nilai tambah perubahan perilaku. Program inovasi ini menyebabkan **perubahan perilaku** yaitu meningkatkan kesadaran pekerja untuk melakukan pengurangan sampah **(dampak positif terhadap pegawai perusahaan)** dan dengan berkurangnya sampah yang dihasilkan pada akhirnya perusahaan berkontribusi terhadap pengendalian dampak buruk ke lingkungan **(dampak kepada lingkungan)**. Selain dari itu perubahan ini juga memberikan nilai tambah bagi perusahaan, yaitu merealisasikan tanggung jawab sosial dalam mereduksi timbulan sampah yang memiliki dampak buruk terhadap lingkungan serta penghematan anggaran pengangkutan sampah dan pembelian kertas sebesar Rp7.781.760,00.

i. Produsen/perusahaan

PGE Area Lumut Balai mendapat nilai tambah dan manfaat, yaitu:

- Mendukung program pengelolaan sampah (mengurangi timbulan sampah kertas)
- Meminimalisir biaya pembelian kertas
- Mengurangi biaya pengangkutan sampah

ii. Konsumen

Konsumen dalam hal ini TPS mendapat keuntungan, yaitu:

- Mengurangi beban sampah yang masuk ke TPS

Gambar 20 Aplikasi iVendor

KUANTIFIKASI DAMPAK LINGKUNGAN DAN PENGHEMATAN

Inovasi ini memberikan dampak perbaikan kualitas lingkungan berupa penurunan timbulan sampah kertas dari kegiatan perusahaan, yaitu sebesar 0,0768 Ton pada tahun 2024.

Hasil Absolut = Frekuensi pembuatan tagihan/bulan x Kebutuhan Kertas sebelum program x Berat Kertas x 12 bulan

= (32 tagihan/bulan x 40 lembar x 5 gram/lembar x 12 bulan)

= 0,0768 Ton

Inovasi ini memberikan dampak penghematan atau penurunan biaya pengangkutan sampah dan pembelian kertas sebesar Rp7.781.760,00 pada tahun 2024.

Penghematan = (Total penurunan timbulan kertas : 500 lembar/rim x Harga kertas 1 rim) +

(Frekuensi pengangkutan sampah/tahun x Biaya retribusi sampah)

= (15.360 lembar : 500 lembar/rim x Rp58.000,00/rim) + (12 kali/tahun x Rp500.000,00)

= Rp7.781.760,00

DAFTAR PUSTAKA

Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai. 2024. Laporan Audit Air PGE Lumut Balai. Semarang: PT Sucofindo (Persero).

Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai. 2024. Laporan Audit Energi PGE Lumut Balai. Semarang: PT Sucofindo (Persero).

Pertamina Geothermal Energy Tbk. 2025. https://www.pge.pertamina.com/ (diakses tanggal 26 Agustus 2025).

Forging Green Frontiers :

Environmental Innovation at Lumut Balai

2025

Memaparkan program Tanggung Jawab Sosial dan Lingkungan di PT Pertamina Geothermal Energy Tbk Area Lumut Balai.

Narasinya berkisah tentang program unggulan dan inovasi pemberdayaan masyarakat. Selain itu, buku ini juga menyajikan visual yang menghimpun cerita minat insani serta bentang alamnya.

Kami berharap buku ini mampu menumbuhkan gagasan upaya sinergi pembangunan masyarakat berbasis pelestarian, sekaligus memudahkan publik mendapat informasi mengenai kegiatan kami.

PT SUCOFINDO (Persero)
Jl. Pemuda No.171, Sekayu, Kec. Semarang Tengah, Kota Semarang, Jawa Tengah 50132