

Inovasi Ramah Lingkungan dan Kesiapan Menghadapi Endemi Covid-19

**Gunung
Salak 2023**

Inovasi Ramah Lingkungan dan Kesiapan Menghadapi Endemi Covid-19

Penulis: Nuhsin Hidayatullah

Tim Penulis:

Farid M. Qory, Henri Kurniawan, Teddy Kusumah Negara, Wijaya J. Putro, Iswanto, Suryo Santoso, Syahrul Hasan, Imansah Widjaja, Nurochman, Ari Aditya Fuad, Nasef Nanang Nugraha, Fernando Eka Satria, Aditya Kusuma W., Tiorafi M.

Editor: Hadi Kuswoyo, Indah Wardhani

Cetakan pertama
Juli 2023

Diterbitkan oleh:

Star Energy Geothermal Salak, Ltd.



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	5
SINOPSIS.....	6
A. Pendahuluan	7
A.1 Profil Perusahaan	7
A.2 Keistimewaan dan Keunggulan SEGS	7
A.3 Penghargaan.....	8
A.4 Sistem Manajemen Lingkungan	11
B. Inovasi Efisiensi Energi	14
B.1 Mpo Lastri (Mengganti Pompa Solar ke Pompa Listrik)	14
B.2 Well-SatPAM (Well Saturation Pressure Approach Method) untuk Utilisasi Sumur Injeksi.....	16
B.3 Penggerak Pompa STARBACK (<i>Steam Turbine Backpressure</i>)	17
C. Inovasi Penurunan Emisi	10
C.1 Cisera – Condensate Injection System dengan Lowara.....	10
C.2 Sidat Cumur – Injeksi Kondensat dengan Memanfaatkan Kevacuman Sumur.....	12
C.3 Program Cai Lahang	13
D. Inovasi 3R Limbah B3.....	14
D.1 Program Pahesijun (Paket Hemat Si Kain Majun).....	25
D.2 Teknologi Vibrasi untuk Optimasi Penggantian Oli	16
D.3 Optimasi Penambahan Grease dengan Teknologi Ultrasonic.....	17
E. Inovasi 3R Limbah Padat Non-B3.....	19
E.1 Sludge Cooling Tower Sebagai Kompos Organik	19
E.2 Pormula Risman untuk Degradasi Lemak Dapur	21
E.3 3R Sampah Organik Menjadi Kompos untuk Kebun Kopi Tansumi	22
F. Inovasi Efisiensi Air dan Penurunan Beban Pencemaran Air Limbah	24
F.1 “Pakem Lestari” - Pakai Kembali dan Lestarikan	24
F.2 Metode Well-CleaR-Well Cleansing & Rocking untuk Mengembalikan Performa Sumur	25
F.3 Cara Inovatif Budidaya Kangkung dan Anggrek Hutan untuk Reduksi Air Buangan	27
F.4 Pemanfaatan Air Kondensat untuk Proses Solid Particle Removal pada Aliran Steam	28
G. Inovasi Perlindungan Keanekaragaman Hayati	30
G.1 SAVE BANGBUNG – Kumbang Hutan Lucanid.....	30
G.2 KOIN KAPORHADAM- Konservasi Insitu Katak Pohon <i>Rhacophoridae</i> dengan Rekayasa Habitat DAM AWI-7	32
G.3 Inovasi Rumah Anggrek Photo Catalyst pada Konservasi Anggrek <i>Dendrobium aphyllum</i>	34
H. Inovasi Pemberdayaan Masyarakat.....	36
H.1 Agrowisata Bhakti Kencana Pamijahan	36
H.2 Perpustakaan Taman Pamekar 4.0.....	37

BARCODE ISBN.....	50
-------------------	----

KATA PENGANTAR

Tahun 2023, pandemi Covid-19 masih terjadi. Tantangan sekaligus peluang muncul di tengah euforia masyarakat saat dilonggarkannya pembatasan masyarakat oleh pemangku kepentingan untuk mempersiapkan kondisi endemi Covid-19. Di satu sisi, ekonomi harus bergerak, tetapi di sisi lain tingkat penularan Covid-19 harus tetap ditekan. Buku terbitan tahun 2023 ini merupakan rekapitulasi program unggulan kegiatan pengelolaan lingkungan, sosial, dan ekonomi di Star Energy Geothermal Salak, Ltd. (SEGS). Dalam upaya mendukung program pemerintah untuk mengatasi masa pandemi serta mencapai *Sustainable Development Goal's* (SDGs), SEGS terus melakukan upaya inovasi dalam kegiatan operasional melalui program efisiensi energi, reduksi emisi, konservasi air, *reduce, reuse, and recycle* (3R) limbah Bahan Beracun & Berbahaya (B3) dan non-B3, konservasi keanekaragaman hayati, serta adaptasi dalam program *community development*.

Dalam menjaga hubungan yang harmonis dengan masyarakat melalui program pemberdayaan masyarakat/ *community development*, SEGS menerapkan prinsip *sustainability compass*, yakni secara menyeluruh menyentuh aspek ekonomi (E), sosial (S), kesejahteraan/*wellbeing* (W), dan lingkungan/*nature* (N).

Semoga program yang dijalankan SEGS di masa pandemi yang mulai mengarah ke endemi ini dapat tetap memberikan kontribusi positif terhadap ketersediaan energi bersih, pemberdayaan masyarakat, dan dalam pencapaian *Sustainable Development Goal's* (SDGs).

Tim Penulis

SINOPSIS

Buku Inovasi Ramah Lingkungan dan Kesiapan Menghadapi Endemi Covid-19 yang diterbitkan Star Energy Geothermal Salak (SEGS) ini berisi tentang inovasi yang telah dijalankan perusahaan dalam kurun waktu tiga tahun terakhir. Inovasi terdiri dari aspek efisiensi energi, pengurangan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) & emisi konvensional (H₂S, SO_x), efisiensi air, penurunan beban pencemaran air limbah, 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) limbah B3, 3R limbah non-B3, keanekaragaman hayati, dan *Community Development* (Comdev).

Sebagai bagian dari *knowledge sharing*, upaya yang dilakukan terkait operasional pembangkit listrik tenaga panas bumi yang ramah lingkungan ini diharapkan dapat menjadi inspirasi bagi pembacanya, selain sebagai pemicu untuk terus meningkatkan lagi kinerja perusahaan dalam mengelola lingkungan hidup. Inovasi yang telah dilakukan sejalan dengan prinsip-prinsip perusahaan yakni untuk meraih keunggulan operasi dan menjadi perusahaan yang efisien dalam mengelola biaya dan modal dengan menerapkan teknologi terbaik.

Dalam bidang sosial, dipaparkan juga peran perusahaan di masa pandemic yang mulai mengarah menuju kondisi endemic Covid-19. Program Comdev yang menyentuh sektor ekonomi masyarakat, diadaptasikan dengan kondisi pandemic, termasuk bantuan berupa program vaksinasi booster, diharapkan menjadi kontribusi SEGS dalam membantu pemerintah termasuk dalam pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs).

Tim Penulis

A. Pendahuluan

A.1 Profil Perusahaan

Sebagai perusahaan yang menghasilkan listrik dari energi ramah lingkungan, Star Energy Geothermal Salak, Ltd. (SEGS) senantiasa beroperasi harmonis dengan lingkungan maupun masyarakat di sekitarnya. Berlokasi di Kabupaten Sukabumi dan Bogor, SEGS menghasilkan total produksi listrik sebesar 377 Megawatt (MW), setara dengan kebutuhan penerangan 2,5 juta rumah. PLTP Salak mulai berproduksi pada 1994. Luas wilayah kerja panas bumi SEGS adalah 10.000 Ha dengan pemakaian lahan seluas 228,69 Ha, atau hanya memanfaatkan sekitar 2,2% sesuai Izin Pemanfaatan Jasa Lingkungan Panas Bumi (IPJLPB).

Visi SEGS

Menjadi perusahaan panas bumi terbesar dan terkemuka di dunia.

Misi SEGS

Kami berkomitmen untuk menghasilkan kapasitas pembangkit sebesar 1.200 MW pada 2028.

A.2 Keistimewaan dan Keunggulan SEGS

SEGS merupakan produsen listrik ramah lingkungan yang telah menggunakan sumber daya alam terbarukan dan menerapkan *zero discharge* dari kegiatan produksi. SEGS merupakan pionir dalam penerapan teknologi *Multilateral Well* untuk pengeboran sumur panas bumi di Indonesia dan juga disain pemipaan. Teknologi ini dapat meminimalkan penggunaan lahan untuk tapak sumur dan pemipaan serta memberikan ruang untuk pergerakan satwa. SEGS selalu mengembangkan inovasi dalam upaya pengelolaan lingkungan.

SEGS selalu mengedepankan perlindungan lingkungan dalam menjalankan operasionalnya melalui penerapan teknologi tepat guna. Penerapan teknologi pengeboran *Multilateral Well*, memungkinkan SEGS untuk meminimalkan penggunaan lahan. Hingga saat ini, SEGS hanya menggunakan lahan 2,6% lahan dari 10.000 ha wilayah kerja.

Karakteristik uap lapangan panas bumi SEGS memiliki kandungan air tinggi (*water dominated*) sehingga tingkat kesulitan operasi dan pengelolaannya jauh lebih tinggi daripada lapangan lain dengan kandungan air rendah (*steam dominated*). Walaupun lokasinya berdampingan dengan Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS), SEGS tetap bisa menjaga keseimbangan ekosistem lingkungan yang merupakan habitat tiga satwa kunci yang tergolong dalam *IUCN Red List Index* dan CITES Appendix I, yaitu Macan Tutul, Ora Jawa,

dan Elang Jawa. SEGS merupakan perusahaan pertama yang memiliki program restorasi

hutan untuk menghubungkan dua habitat besar yaitu Gunung Halimun dan Gunung Salak melalui program *Green Corridor Initiative* (GCI).

A.3 Penghargaan

Penghargaan dan pengakuan diraih SEGS dari Pemerintah Republik Indonesia maupun instansi-instansi swasta atas upayanya dalam menjalankan operasi secara umum dan mengelola lingkungan hidup, energi, serta pemberdayaan masyarakat, diantaranya:

- Penghargaan dari KLHK atas peran dalam mendukung upaya perlindungan dan pengamanan di Kawasan Taman Nasional Gunung Halimun Salak, 2021;
- Penghargaan Perlindungan Keanekaragaman Hayati dari KLHK atas peran dalam mendukung upaya perlindungan dan pengamanan kawasan Taman Nasional Gunung Halimun Salak, 2021;
- Penghargaan Mitra CSR (*Corporate Social Responsibility*) dari Gubernur Jawa Barat, 2020;
- Penghargaan dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Bogor, Kontribusi dan Bantuan Bencana Banjir Bandang dan Longsor Sukajaya, 2020;
- Penghargaan dari RSUD Sekarwangi, RSUD R Syamsudin, RSUD Cibinong, RSUD Leuwiliang atas Kontribusi dan Bantuan Alat Kesehatan, 2020;
- Penghargaan dari Balai Taman Nasional Gunung Halimun Salak atas program konservasi keanekaragaman hayati “pelepasliaran satwa langka Elang Jawa dan Elang Brontok”, 2019;
- PROPER Peringkat Emas dari KLHK pada 2020, 2019, 2015, 2013, 2012, dan 2011;
- Penghargaan Perusahaan Penggiat Konservasi Keanekaragaman Hayati, TNGHS, 2018;
- Karya Pradipa Jabar Caang, Gubernur Jawa Barat, 2018;
- Apresiasi Kemitraan Lingkungan Hidup dan Kehutanan dari Direktorat Jenderal (Ditjen) Perhutanan Sosial dan Kemitraan Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada 2017 dan 2016;
- PROPER Peringkat Hijau dari KLHK pada 2021, 2018, 2017, 2016, dan 2014;
- Peringkat Aditama (Emas), Penghargaan Pengelolaan Lingkungan Hidup dari Ditjen Mineral, Batu Bara, dan Panas Bumi (Minerbapabum) dan Ditjen Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE), pada 2019, 2018, 2017, 2015, 2013, 2012, 2011, 2010 dan 2009;
- Penghargaan Kecelakaan Nihil (*Zero Accident Award*) dari Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi (Disnakertans) Jawa Barat, pada 2020, 2019, 2018, 2017, 2016, 2015, 2012, dan 2011;
- *Best of the Best Trophy*, Penghargaan Pengelolaan Lingkungan Hidup dari Ditjen EBTKE pada 2018, 2017 dan 2015;
- *Best of the Best Trophy*, Penghargaan Pengelolaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja dari Ditjen EBTKE pada 2017 dan 2015;
- *Social Busines Innovation Company* kategori *Renewable Energy* (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi/PLTP) untuk Program *Green Corridor Initiative* pada 2016;

-
- Penghargaan *Green Company* dari Majalah SWA pada 2016;
 - Penghargaan Energi Pratama pada 2013;
 - Penghargaan Raksa Prasadha Industri berwawasan Lingkungan Tingkat Gubernur Jawa Barat pada 2013 dan 2012;

-
- Finalis *Global CSR 4th Global Award* di Filipina pada 2012;
 - *Bronze Award Best Community Programme* dari *Global CSR 5th Global Award* di Filipina pada 2013;
 - Penghargaan *Singapore 1000 Company* pada 2012;
 - Penghargaan Program Pencegahan dan penanggulangan HIV & AIDS di tempat kerja dari Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia pada 2011;
 - Penghargaan Perusahaan Pembina Keselamatan Kerja Terbaik dari Disnakertrans Sukabumi, pada 2012;
 - Penghargaan untuk Konservasi Taman Nasional Salak-Halimun dan Sekitarnya Melalui Pengembangan Suaka Elang, pada 2012;
 - Penghargaan Kiprah dan Kepedulian dalam Dunia Pendidikan di Kabupaten Bogor, pada 2011 – 2012;
 - Best Of The Best, Penghargaan Lingkungan dalam Perusahaan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi di Indonesia, pada 2010;
 - Penghargaan dari Bupati Sukabumi tentang Pelayanan dan Pemberdayaan Masyarakat serta Kontribusi SEGS kepada Sukabumi, 2010;
 - Peringkat Utama (Perak) Penghargaan Keselamatan Kerja Pertambangan dari Minerbapabum, pada 2009, 2006 dan 2004;
 - Peringkat Utama (Perak) Penghargaan Pengelolaan Reklamasi Lahan Bekas Tambang dari Minerbapabum, pada 2009;
 - Peringkat Utama (Perak) Penghargaan Lingkungan dari Minerbapabum, pada 2006;
 - *The Most Caring Company Award* dari Warta Ekonomi – Dupont, pada 2006;
 - *The Most Caring Company* dalam Program Pendidikan dari Provinsi Jawa Barat, pada 2006;
 - *PADMA Award (Community Development)* dari Presiden Republik Indonesia, pada 2003;
 - Penghargaan Warga Teladan dari Kabupaten Sukabumi, pada 2002 dan 2001;
 - Penghargaan Pembina Lingkungan Terbaik dari Provinsi Jawa Barat, pada 2001;
 - Penghargaan Patra Adhikarya dari Pertamina, pada 2001 dan 1999.

A.4 Sistem Manajemen Lingkungan

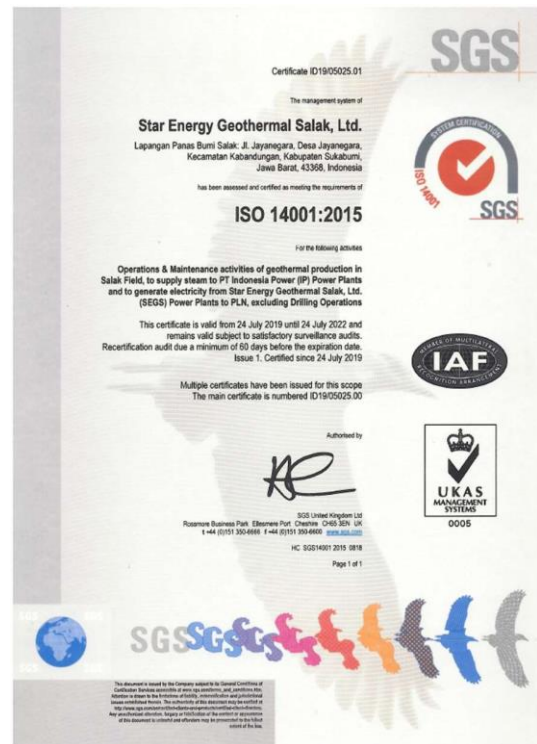
Atas keberhasilan implementasi IGOMS (*Integrated Geothermal Operations Management System*), SEGS berhasil meraih Sertifikasi ISO 14001:2015 dari lembaga sertifikasi SGS United Kingdom Ltd pada tanggal 24 Juli 2019, sertifikat ini valid sampai 24 Juli 2022. Tahun 2022, SEGS kembali melakukan proses re-sertifikasi sehingga sertifikat valid hingga tahun 2025. Sertifikasi ini menunjukkan bahwa IGOMS merupakan system manajemen bertaraf internasional.

Penerapan IGOMS di SEGS memenuhi aspek yang menyeluruh mencakup ketaatan terhadap peraturan, sistem manajemen lingkungan, efisiensi energi, penurunan emisi, konservasi air, penurunan beban pencemaran air, pengelolaan limbah B3 & non-B3, perlindungan keanekaragaman hayati,

dan pemberdayaan masyarakat. Ruang lingkup sertifikasi SML (IGOMS) SEGS ini telah memenuhi persyaratan ISO 14001:2015, sekaligus kriteria penilaian PROPER pemerintah Indonesia. Penerapan SML di SEGS meliputi seluruh aspek, mulai dari perencanaan proyek, awal konstruksi, selama konstruksi, masa operasi (kegiatan hulu sampai hilir meliputi pengoperasian sumur produksi, pembangkitan tenaga listrik, pengoperasian sumur injeksi, serta seluruh kegiatan pendukung), hingga pasca operasi.

Di dalam implementasi ISO 14001:2015 ini, ada beberapa prinsip yang baru dalam pengelolaan lingkungan, yakni: perlindungan lingkungan dan *life cycle perspective*. Dengan prinsip *life cycle*, focus pengelolaan bukan hanya dalam mengolah limbah (*end of pipe treatment*) melainkan kajian secara menyeluruh dari seluruh rantai produksi mulai dari pemilihan bahan, pemilihan vendor, penyediaan barang, transportasi, kemasan, proses produksi, kegiatan penunjang, komunikasi dengan pelanggan, hubungan dengan masyarakat, hingga pengelolaan limbah.

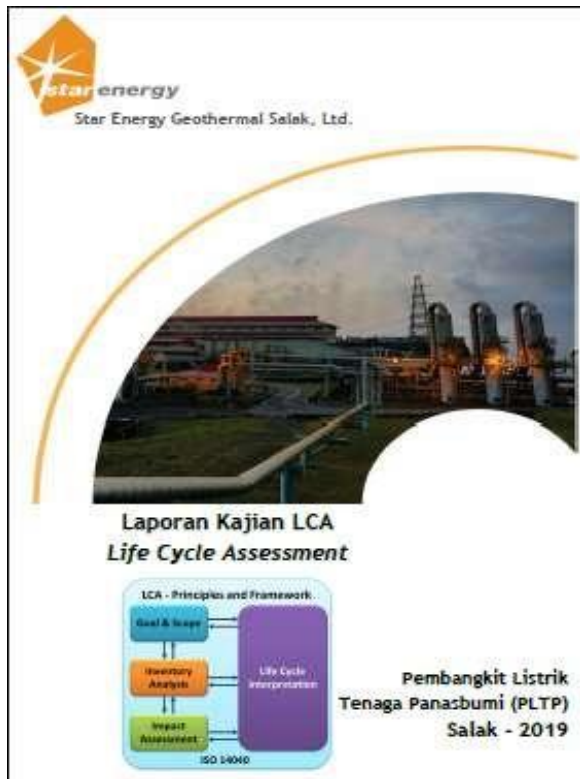
Kajian LCA (*Life Cycle Assessment*) telah dilakukan pada 2019 dengan lingkup berupa data proses produksi mulai *scrubber*, pembangkit, *cooling tower*, sumur injeksi, hingga *transformer yard* yang merupakan titik serah terima energi listrik dari SEGS ke PLN. Kemudian pada tahun 2021 dilakukan kembali kajian LCA untuk menghitung dampak positif dari program lingkungan yang telah dijalankan. LCA adalah metode untuk menganalisis beban lingkungan disemua tahapan dalam siklus hidup dari produk dimulai dari ekstraksi sumber daya, proses produksi, produk itu sendiri, dan konsumsi produk sampai produk itu dibuang (baik oleh penggunaan kembali, daur ulang atau pembuangan akhir).

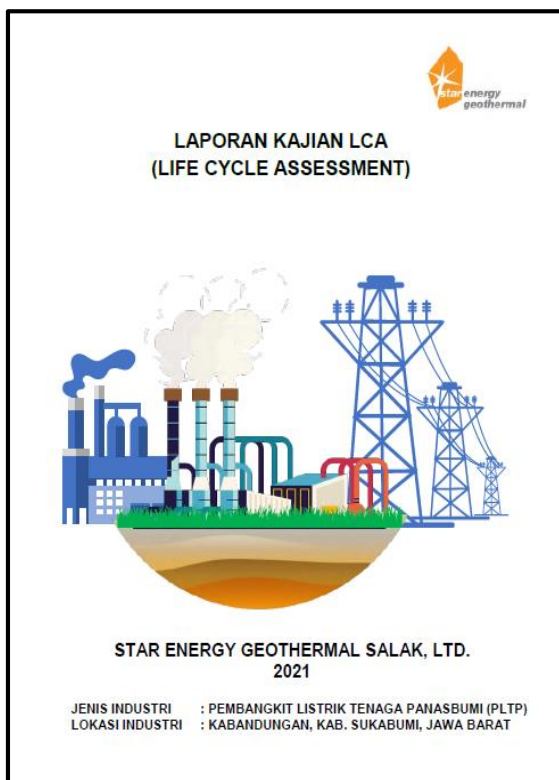


LCA ini dilakukan dengan tujuan mengetahui secara rinci dampak lingkungan pembangkit listrik tenaga panasbumi (PLTP) SEGS mulai proses di *steam header* sampai *main transformer*. Untuk kajian LCA tahap ke-1, *system boundary* berupa *gate to gate* mulai dari unit scrubber sampai unit trafo (*switch yard*) yang selanjutnya tersambung dengan saluran transmisi. Dari data yang didapatkan, kita dapat melakukan benchmark dengan perusahaan sejenis sehingga dapat mengukur kinerja perusahaan dalam pengelolaan lingkungan.

Pada penelitian ini, aplikasi yang digunakan dalam mengolah data untuk analisis LCA adalah *SimaPro business licence*. *Software* SimaPro dengan versi *business* ini memungkinkan pengguna untuk mengubah dan menambah *database* sesuai dengan karakteristik material yang akan diinputkan. Hal ini cukup penting untuk dilakukan mengingat Indonesia belum memiliki standar *database* untuk industri migas, pembangkit dan berbagai sektor lainnya. sehingga diharapkan dengan penggunaan *simaPro* versi

business ini, analisis LCA memberikan hasil yang representatif dengan kondisi di lapangan. Dari laporan LCA ini, kita dapat menentukan besaran dampak lingkungan terhadap potensi *global warming* (perubahan iklim), eutrofikasi, asidifikasi, dan penipisan lapisan Ozon. Berdasarkan hasil kajian LCA dan identifikasi hot spot, program yang dapat dilakukan untuk menurunkan dampak global warming, asidifikasi, eutrofikasi, dan penipisan lapisan Ozon adalah diantaranya: Memilih sumur produksi dengan kandungan NCG rendah, Menggunakan backpressure steam turbine > 100 kW sebagai pengganti motor penggerak pompa kondensat dengan menggunakan steam dari sumur produksi yang kandungan NCG-nya tinggi, Mempertahankan dan meningkatkan performa unit Cooling Tower sebagai unit sumber emisi udara, salah satunya dengan mengoptimalkan operasional penggunaan kipas pendingin di cooling tower dan melakukan optimasi daya listrik untuk menara pendingin 4,5,6, serta optimalisasi penggunaan bahan kimia di cooling tower, Menurunkan konsumsi energi terutama untuk kebutuhan pembangkitan sendiri (*house load*).





Kajian LCA (*Life Cycle Assessment*) telah dilakukan pada 2021 dengan lingkup kajian adalah *Cradle to Grave*, Studi ini didasarkan pada standar ISO 14040 2016 dan 14044 2017 serta mempertimbangkan pedoman relevan lainnya seperti SK Perdirjen API (Asosiasi Panasbumi Indonesia), secara keseluruhan dengan tepat mendefinisikan unit fungsional dan tujuan serta ruang lingkup studi dan secara konsisten mengembangkan studi di sepanjang ini. Dari sisi jenis produk, tim penyusun menganalisis dan mengidentifikasi dalam kajian LCA ini yaitu 1 ton uap panas (*steam*) dan 1 kWh produk listrik. Karena salah satu tujuan studi ini adalah untuk melakukan identifikasi area perbaikan kinerja. LCA adalah metode untuk menganalisis beban lingkungan disemua tahapan dalam siklus hidup dari produk dimulai dari ekstraksi sumber daya, proses produksi, produk itu sendiri, dan konsumsi produk sampai produk itu dibuang (baik oleh penggunaan kembali, daur ulang atau pembuangan akhir).

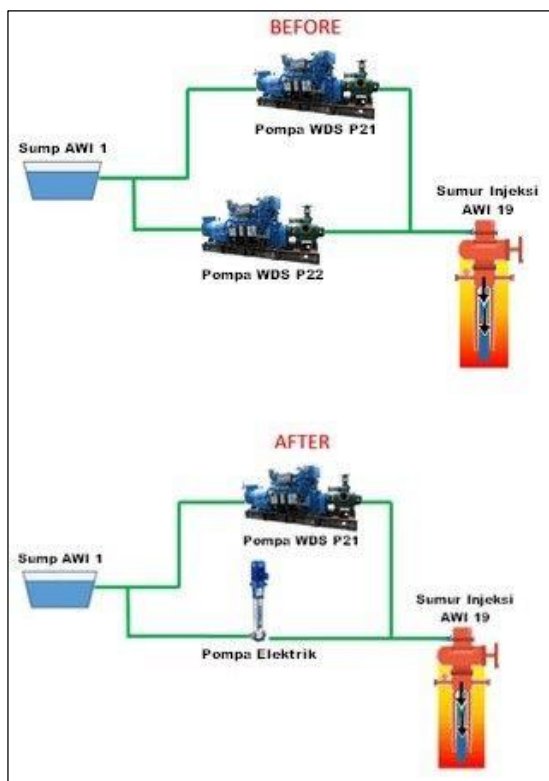
Untuk menganalisis dampak yang terjadi dari setiap kegiatan maka dilakukan analisis mencakup data bahan bakar, bahan baku, bahan kimia, produk dan emisi yang dihasilkan dalam kegiatan PLTP. Dalam kajian LCA ini, kategori dampak yang dianalisis dalam kajian ini sudah sesuai dengan Permen LHK No 1 Tahun 2021 diantaranya GWP (*global warming potential*), penipisan ozon (*stratospheric ozone depletion*), hujan asam (*terrestrial acidification*), *terrestrial ecotoxicity*, *freshwater ecotoxicity*, *marine ecotoxicity*, karsinogenik, *land use change*, *water footprint*, penurunan abiotik-non fossil, penurunan abiotik-fossil, *human toxicity*, *photochemical oxidation*, dan eutrofikasi. Dalam Dari laporan LCA ini, kita dapat mengidentifikasi dampak lingkungan dari kegiatan PLTP Salak dan sebagai referensi dalam deklarasi produk ramah lingkungan (*environmental product declaration*).

B. Inovasi Efisiensi Energi

Pada tahun 2020, SEGS menjalankan berbagai program-program unggulan terkait efisiensi energi antara lain Mpo Lastri (Mengganti Pompa Solar ke Pompa Listrik), Well-SatPAM (*Well Saturation Pressure Approach Method*) untuk Utilisasi Sumur Injeksi, dan Penggerak Pompa STARBACK (*Steam Turbine Backpressure*). Total pemakaian energi SEGS pada tahun 2020 sebesar 231.343,80 GJ sedangkan hasil absolut efisiensi energi yaitu sebesar 201.571,24 GJ. Rasio efisiensi energi terhadap pemakaian energi mencapai 87,13%.

B.1 Mpo Lastri (Mengganti Pompa Solar ke Pompa Listrik)

Untuk menurunkan AWI 1 sump level menggunakan 2 pompa diesel yang pengoperasiannya dilakukan secara bergantian. SEGS melakukan perbaikan kondisi lingkungan dengan menggunakan spare pompa vertical multistage dengan penggerak motor listrik yang tidak terpakai. Solusi standar yang digunakan untuk mengatasi masalah ini ialah dengan menggunakan pompa listrik yang secara otomatis dalam pengoperasiannya pompa tersebut tidak membutuhkan solar.



Gambar B1. Skema before-after Mpo Lastri

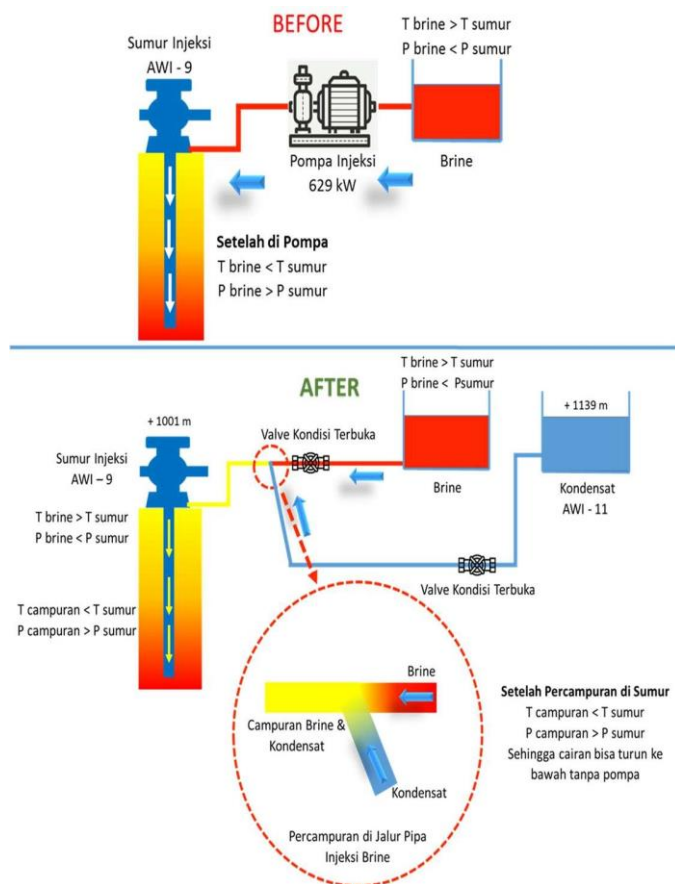
Inovasi SEGS terkait substitusi pompa dari penggunaan pompa diesel ke pompa listrik untuk menurunkan AWI 1 sump level, dilakukan oleh Tim *Engineering* melalui MOC (*Management of Change*) yaitu melakukan modifikasi pada pompa *vertical multistage* (pompa listrik) untuk mendapatkan *performance* pompa sesuai dengan kebutuhan sistemnya, salah satunya adalah dengan melakukan *re-staging impeller* pompa dari sebelumnya 17 stage menjadi 10 stage, kemudian juga dilakukan sedikit modifikasi pada perpipaan yang ada untuk menyesuaikan diameter *suction* dan *discharge* pompa listrik yang baru. Dari sisi elektrik, ada penambahan kabel power untuk menggerakkan motor listrik 15 KW yang diambil dari AWI 1 *outstation*.

Inovasi Mpo Lastri (Mengganti Pompa Solar ke Pompa Listrik) telah berhasil mengurangi pemakaian energi sebesar 197,80 GJ yang setara dengan penghematan biaya sebesar Rp 128.049.306 pada tahun 2020. Hal tersebut diperoleh dari penggantian penggunaan pompa diesel yang terdapat di AWI 1 dengan Pompa listrik (*vertical multistage*) sebagai pompa utama untuk menurunkan AWI 1 *sump level*. Inovasi ini mampu meningkatkan kehandalan operasi sehingga pasokan listrik untuk masyarakat dan PLN tetap terjaga serta mengurangi penggunaan konsumsi solar sehingga penghematan perusahaan meningkat dan meminimalisir terjadinya hambatan saat proses injeksi ke sumur.

Selain berdampak pada efisiensi energi, inovasi Mpo Lastri memiliki dampak efisiensi kerja pegawai TIP (Triguna Inti Pratama) dalam pengecekan pompa dimana sebelumnya dua minggu sekali menjadi satu bulan sekali. Terhadap konsumen (PLN dan masyarakat), inovasi ini dapat menjaga pasokan listrik, kesinambungan pembangkitan listrik senilai 107,19 kW dapat terjadi, nilai ini setara dengan penerangan untuk 119 rumah.

B.2 Well-SatPAM (Well Saturation Pressure Approach Method) untuk Utilisasi Sumur Injeksi

Sumur injeksi brine yang terdapat di lapangan dua fasa terkadang dapat mengalami kenaikan tekanan yang disebabkan oleh perubahan kondisi termodinamika *brine* (*brine flashing*). Hal ini dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan sumur dalam menerima injeksi *brine* dan menyebabkan sumur produksi harus dimatikan sehingga berpotensi menyebabkan *loss generation* yang berujung pada kerugian. Solusi standar yang digunakan untuk mengatasi masalah ini ialah menambahkan kemampuan tekanan injeksi dengan menggunakan pompa.



Gambar B2. Skema before-after Well-SatPAM

Inovasi Well-SatPAM (*Well Saturation Pressure Approach Method*) untuk Utilisasi Sumur Injeksi, dilakukan oleh tim multidisiplin yaitu *operation*, *maintenance* dan *asset management* melalui prinsip konservasi energi dengan melakukan pencampuran fluida kondensat ke dalam jalur *brine* menggunakan sumber kondensat bertekanan hidrostatik, agar *temperature flashing* berkurang sehingga daya serap sumur injeksi *brine* akan bertambah tanpa harus menggunakan pompa. Inovasi Well-SatPAM menghasilkan penghematan energi listrik dari pengurangan penggunaan pompa injeksi dalam pencampuran kondensat ke dalam *brine* dengan menggunakan sumber kondensat bertekanan tinggi dari AWI-11 (hidrostatik tinggi).

Metode yang digunakan untuk mengaplikasikan inovasi Well-SatPAM berdasar pada:

1. Melakukan perhitungan dan simulasi hidraulik untuk menentukan pompa injeksi yang diperlukan untuk injeksi ke sumur sehingga tekanan keluaran lebih besar daripada tekanan sumur
2. Melakukan perhitungan fluida. Secara mekanika fluida tekanan fluida dari ketinggian akan memiliki tekanan hidrostatis, sehingga semakin tinggi sumber fluida maka semakin tinggi pula tekanan hidrostatis di ujung tempat keluar fluida tersebut.
3. Kebutuhan energi untuk penggerak pompa digunakan sebagai dasar perhitungan penghematan energi yang dihasilkan.

Inovasi Well-SatPAM telah berhasil mengurangi pemakaian energi sebesar 19.833 GJ pada tahun 2019. Hal tersebut diperoleh dari pengurangan penggunaan pompa penyalur kondensat dengan mengalirkan kondensat dari AWI-11 menuju AWI-9. Inovasi ini mampu mengurangi potensi *loss generation* atau kehilangan energi listrik sebesar 203.458,06 GJ dan menghemat biaya sebesar Rp 5.668.106.884,00 dan potensi penghematan sebesar 58,15 milyar.

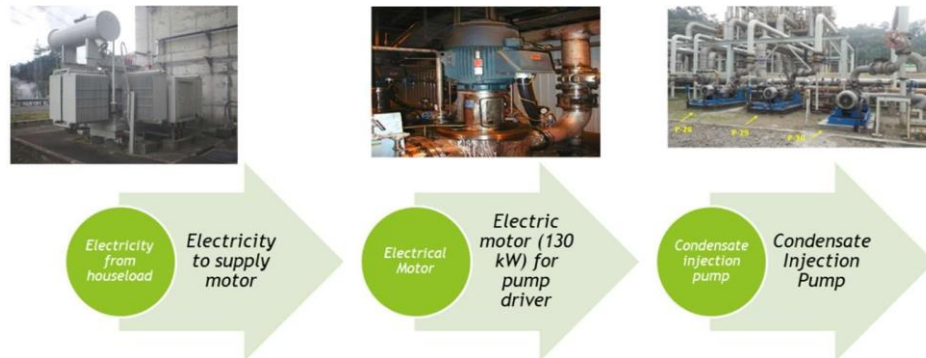
Selain berdampak pada efisiensi energi, inovasi Well-SatPAM memiliki dampak efisiensi kerja pegawai dalam mengoperasikan dan *maintenance* pompa akibat tidak dioperasikannya pompa injeksi. Terhadap konsumen (PLN dan masyarakat), inovasi ini dapat menjaga jaminan pasokan listrik yang setara dengan 7.168 sambungan rumah tangga 900VA dari perhitungan potensi *loss generation* jika sumur tidak dioptimalisasi. Dampak lingkungan lain yaitu mengurangi beban emisi udara sebesar 72,66 ton CO₂ eq, 2,74 ton H₂S, serta menghilangkan sumber kebisingan sebesar 80 dB akibat tidak dioperasikannya pompa injeksi.

B.3 Penggerak Pompa STARBACK (*Steam Turbine Backpressure*)

Steam yang dihasilkan dari sumur produksi dialirkan menuju turbin untuk menggerakkan *generator* dan menghasilkan listrik. Proses selanjutnya, *steam* dikondensasikan dengan *main condenser* dan menghasilkan kondensat. Kondensat yang dihasilkan digunakan sebagai pengganti air pendingin dan sebagian lain diinjeksikan kembali ke dalam sumur injeksi. Kondensat hasil proses produksi yang akan diinjeksikan ke sumur injeksi dikumpulkan di *wellpad* AWI-1 dan dipompakan ke *wellpad* AWI-18 dengan menggunakan 3 buah pompa. Pompa dibutuhkan karena adanya perbedaan elevasi positif antara AWI-1 dengan AWI-18. Pompa yang digunakan adalah pompa dengan penggerak motor elektrik, tipe horizontal dan *single stage*. Masing-masing pompa memiliki *power* sebesar 130 kW.

SEGS melakukan program identifikasi sumur-sumur yang menghasilkan uap dengan kandungan NCG (*Non Condensable Gas*) tinggi sebelumnya dibuang ke atmosfer untuk mengurangi dampak NCG terhadap kualitas uap yang dikirim ke pembangkit. Energi potensial dari uap ini dapat dimanfaatkan sebagai penggerak *backpressure steam turbine* menggantikan motor listrik untuk penggerak pompa. Pemanfaatan *steam* berlebih dari sumur dengan kandungan NCG tinggi untuk menggerakkan *backpressure steam turbine* sebagai pengganti motor listrik sebagai penggerak pompa kondensat di AWI-1.

Penggerak pompa STARBACK (*SteamTurbine Backpressure*) telah dijalankan sejak tahun 2018 hingga sekarang. Program ini mampu mengefisiensi energi sebesar 4.099,68 GJ pada tahun 2019. Hal ini disebabkan karena penurunan data *houseload* akibat berkurangnya penggunaan listrik untuk 1 (satu) motor pompa kondensat sebesar 130 kW. Program ini berhasil mengkonservasi energi dengan mengurangi penggunaan motor listrik sebesar 130 kW dan mengganti dengan *backpressure steam turbine* dengan *rated power* sebesar 130 kW dan mengoptimalkan penggunaan uap sebesar 30 KPH yang setara dengan 1,76 MWh (nilai konservasi energi 54,890 GJ per tahun) atau 6% optimasi potensi uap.



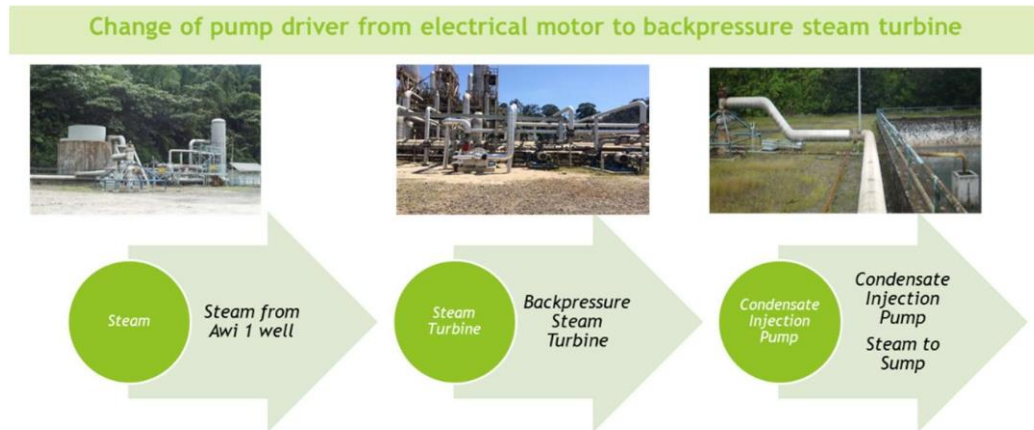
Gambar B3. Konsep & visi program penggunaan backpressure steam turbine – sebelum pemasangan

Perencanaan implementasi *backpressure steam turbine* ini dimulai dengan desain optimasi fasilitas (gambar B3.)



Gambar B4. Lingkup Implementasi backpressure steam turbine

Setelah pemasangan inovasi:



Gambar B5. Konsep & Visi program penggunaan backpressure steam turbine – setelah pemasangan

Penghematan biaya setelah pemasangan inovasi sebesar Rp 1.171.654.380,- pada tahun 2019. Aplikasi penggunaan *backpressure steam turbine* untuk pengganti motor penggerak pompa kondensat di SEGS merupakan penerapan pertama untuk kategori diatas 100 kW di Indonesia pada PLTP. Dan beberapa PLTP lain sudah merencanakan melakukan kunjungan dan *benchmarking* terhadap program ini untuk diterapkan di tempat mereka. *Backpressure steam turbine* ini menjadi salah satu obyek yang dikunjungi oleh peserta kunjungan lapangan IIGCE 2019.

Program penggunaan *backpressure steam turbine* untuk pengganti motor penggerak pompa dapat diterapkan pada lapangan panas bumi lain dengan mengadopsi praktik terbaik dari PLTP Salak. Beberapa potensi keuntungan yang dapat diperoleh dengan implementasi di PLTP lain antara lain adalah sebagai berikut:

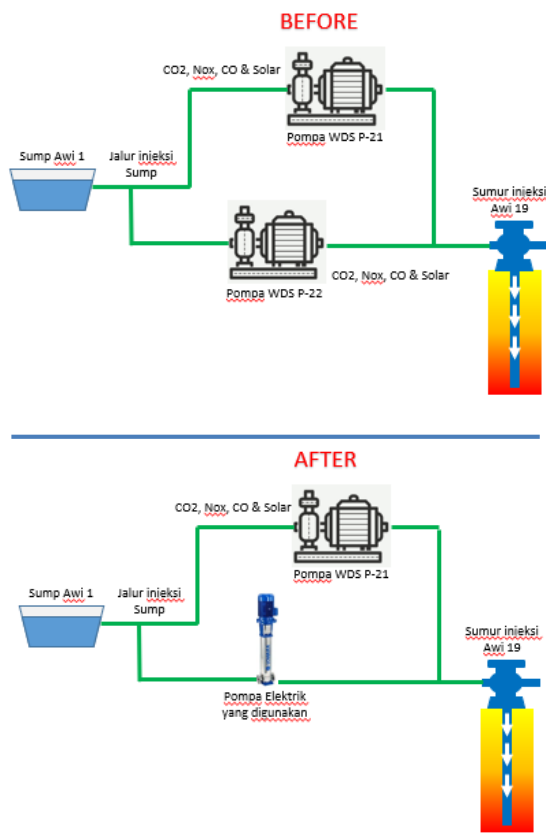
1. Pengurangan konsumsi listrik dan efisiensi *houseload*
2. Mengoptimalkan potensi uap berlebih yang dibuang ke *rock muffler*.
3. Menghasilkan listrik untuk konsumsi sendiri atau *community development*.

C. Inovasi Penurunan Emisi

Sesuai dengan kebijakan Perusahaan, SEGS secara terus menerus mengendalikan emisi kegiatan produksi dengan melakukan berbagai inovasi. Beberapa program unggulan penurunan emisi yang dilakukan SEGS antara lain : Cisera, Sidat Cumur, dan Inovasi Cai Lahang. Melalui program penurunan emisi, pada Tahun 2020 SEGS berhasil menurunkan total emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 7.084,79 Ton CO₂ eq dan emisi konvensional sebesar 434,45 Ton H₂S, 0,03 Ton NO_x, serta 0,01 Ton CO. Dengan total emisi GRK yang dihasilkan pada tahun 2020 sebesar 16.005,32 Ton CO₂ eq dan emisi H₂S sebesar 545,82 Ton H₂S, maka rasio penurunan emisi GRK yaitu 44,27%, rasio penurunan emisi H₂S sebesar 79,60%, rasio penurunan emisi NO_x sebesar 84,66%, dan rasio penurunan emisi CO sebesar 84,66%.

C.1 Cisera – Condensate Injection System dengan Lowara

“Cisera”, akronim dari *Condensate Injection System* dengan Lowara. Inovasi injeksi kondensat dengan menggunakan pompa *vertical multistage* (pompa lowara). Inovasi injeksi kondensat dari AWI 1 menuju sumur injeksi AWI 19 merupakan inovasi SEGS dalam mengurangi beban pencemaran udara dengan mengganti pompa P-22 (Pompa Diesel) dengan Pompa Lowara (Pompa Listrik).



Gambar C1. Skema *before-after* Cisera

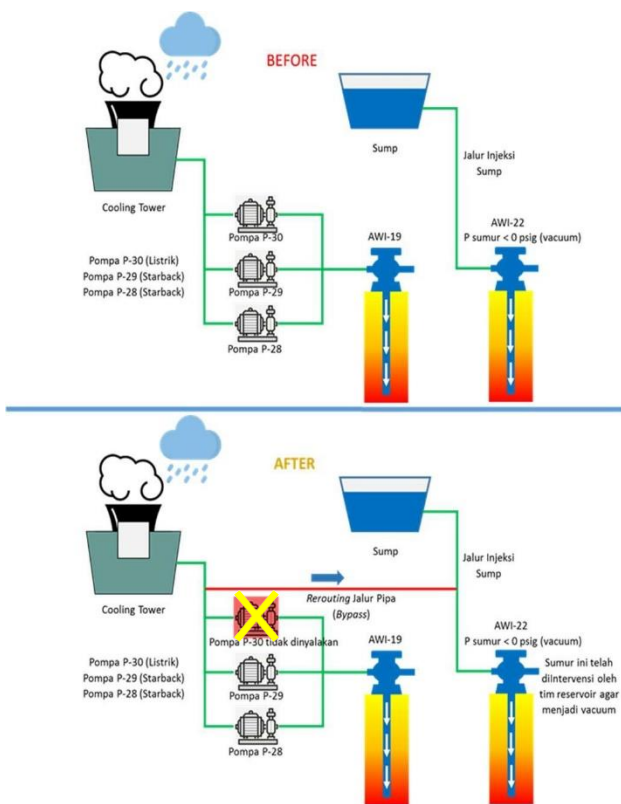
Dengan rekayasa engineering dari tim MOC (Management of Change), spesifikasi pompa disesuaikan dengan ketersediaan daya di trafo AWI 1 outstasion untuk mendapat performance pompa secara optimum dan aman. Selain itu, dilakukan re-staging impeller pompa dari yang sebelumnya 17 stage menjadi 10 stage dan melakukan modifikasi perpipaian untuk menyesuaikan diameter suction dan discharge pompa listrik. Dari sisi elektrik ada penambahan kabel power untuk menggerakkan motor listrik 15 KW yang diambil dari AWI 1 outstation.

Inovasi Cisera ini menggantikan pompa diesel dengan pompa listrik untuk menurunkan sump level AWI 1 ke sumur injeksi AWI 19 sehingga dapat mempengaruhi penghematan penggunaan solar, menurunkan emisi udara dan meminimalisir terjadinya hambatan saat proses injeksi ke sumur sehingga produksi uap tetap terjaga.

Program inovasi Cisera ini mampu menurunkan emisi pada tahun 2020 emisi GRK sebesar 1,13 Ton CO_{2eq} dan emisi konvensional NO_x 0,0268 Ton NO_x dan CO 0,0158 Ton CO serta pengematan biaya sebesar Rp 72.358.986. Program Cisera ini juga berhasil menurunkan konsumsi solar pada tahun 2020 sebesar 5.960 liter.

C.2 Sidat Cumur – Injeksi Kondensat dengan Memanfaatkan Kevacuman Sumur

“Sidat Cumur”, akronim dari injeksi kondensat dengan memanfaatkan kevacuman sumur. Inovasi injeksi kondensat dari *Cooling Tower* (area *power plant*) menuju sumur injeksi AWI 22 merupakan inovasi SEGS dalam mengurangi beban pencemaran udara dengan mengeliminasi penggunaan pompa P-30 (*Pompa Listrik*). Dengan rekayasa *engineering* dari tim operasi dan reservoir SEGS, sumur panas bumi AWI 22 diintervensi menjadi vacuum sehingga pengaliran kondensat menjadi lebih lancar karena adanya selisih tekanan antara titik *Cooling Tower* dan sumur AWI 22. Selain itu, dilakukan juga *re-routing* jalur pipa sehingga unit pompa (P-30) dapat dieliminasi.



Gambar C2. Skema *before-after* Sidat Cumur

Ide Inovasi ini berawal dari tim lapangan SEGS yang melihat potensi kevacuman sumur dapat dimanfaatkan untuk injeksi kondensat tanpa mengeluarkan emisi ke lingkungan. Air kondensat dari *cooling tower* di pompakan ke sumur injeksi AWI 19 menggunakan pompa injeksi kondensat P-28, P-29 dan/atau P-30, kondisi pembangkitan normal dua pompa injeksi yang dinyalakan yaitu pompa P-28 dan P-29. Saat hujan lebat isi *cooling tower* berupa kondensat menjadi bertambah dengan adanya air hujan sehingga ketinggian permukaan air kondensat di *cooling tower* naik, kenaikan tinggi permukaan ini yang ditambah air hujan dijaga agar tidak melewati batas atas operasional, seiring kenaikan tinggi permukaan air kondensat (semakin naik) operator akan menyalakan pompa injeksi kondensat P-30.

Potensi kevacuman sumur AWI 22 ini bisa di dimanfaatkan untuk membantu menurunkan tinggi permukaan kondensat di *cooling tower* dengan dilakukan beberapa perubahan di jalur injeksi, yaitu dengan memasang jalur pipa *bypass* antara jalur injeksi *cooling tower* dengan jalur injeksi sump yang dipasang sebelum pompa P-30 sehingga jalur injeksi kondensat dari *cooling tower* tersambung ke jalur injeksi dari *sump*. Dari kegiatan tersebut pemakaian pompa P-30 dapat ditiadakan sehingga selain dapat menghemat konsumsi listrik (pompa P-30 merupakan pompa listrik), program Sidat Cumur ini juga berhasil mengurangi emisi gas GRK (CO₂) dan gas konvensional (H₂S) di area SEGS. Inovasi Sidat Cumur mampu mengurangi emisi sebesar 136,16 Ton CO₂ eq serta 5,13 Ton H₂S eq pada tahun 2019 setara penghematan biaya sebesar Rp 101.095.698,00.

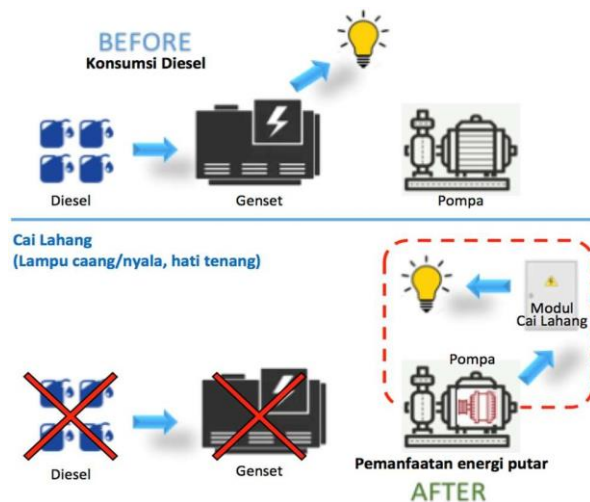
C.3 Program Cai Lahang

SEGS memiliki program unggulan penurunan emisi, yaitu Cai Lahang. Program ini merupakan akronim dari *lampu caang hati tenang*, yang bermakna lampu terang hati tenang. Sistem penerangan cai lahang merupakan inovasi SEGS dalam mengurangi beban pencemaran udara dengan mengeliminasi penggunaan *portable diesel genset* sebagai sumber listrik beberapa lampu di area SEGS.

Awalnya, pompa diesel (pompa WDS) menyalurkan air kondensat/*brine* dari *sump* menuju sumur injeksi untuk keperluan domestik. Pompa dioperasikan dan dipantau oleh operator pompa berdasarkan beberapa parameter yang telah ditentukan. Beberapa jenis pompa (AWI 1, AWI 9, AWI 21, AWI 10, AWI 16, Cibeureum) dioperasikan hampir setiap malam dan terletak jauh dari sumber listrik.

Kondisi tersebut berpengaruh terhadap penggunaan *portable diesel genset* sebagai sumber listrik untuk penerangan di sekitar pompa dan *shelter* operator. Panel surya yang terpasang di sekitar area pompa tidak berfungsi secara maksimal ketika musim hujan disebabkan oleh berkurangnya intensitas radiasi matahari. Hal tersebut berpengaruh terhadap pengisian baterai lampu panel surya dan mengakibatkan tidak bertahan lama sehingga tetap menggunakan *portable diesel genset*.

Setelah inovasi cai lahang, sumber listrik untuk sistem penerangan (lampu LED) berasal dari tegangan alternator pompa atau *charger battery* ketika pompa dalam kondisi beroperasi. Tegangan listrik yang dihasilkan selanjutnya distabilkan oleh *solar charge controller*. Lampu LED dapat dihidupkan dimatikan dengan menekan saklar. Inovasi Cai Lahang pada tahun 2018 telah mengurangi emisi Gas Rumah Kaca sebesar 4,06 Ton CO₂ eq.



Gambar C3. Skema before after Cai Lahang

D. Inovasi 3R Limbah B3

Limbah B3 (LB3) merupakan sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mencemari lingkungan hidup dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Mengingat risikonya, perlu upaya meminimalisasi setiap kegiatan yang menghasilkan limbah B3 dan penanganan limbah B3 dengan tepat. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22/2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup bagian BAB VII terkait pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun, bahwa setiap orang yang menghasilkan limbah B3 wajib melakukan pengelolaan limbah B3 yang dihasilkannya. Pengelolaan limbah B3 tersebut meliputi kegiatan pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan/atau penimbunan.

SEGS senantiasa mematuhi peraturan perundang-undangan dengan bertanggung jawab penuh terhadap limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang dihasilkan (*Polluter Pays Principle*) dengan tujuan antara lain meminimalkan risiko baik terhadap manusia, hewan dan lingkungan hidup lainnya, konservasi bahan baku dan energi, mengurangi kebutuhan tanah untuk penimbunan atau pembuangan limbah serta menjaga bahaya potensial generasi yang akan datang. Untuk menghilangkan atau mengurangi sifat bahaya dan beracun dari limbah B3 yang dihasilkan, SEGS mengelola secara khusus dan jika memungkinkan, memanfaatkannya kembali 100% dengan mengutamakan prinsip *Reduce, Reuse, dan Recycle* (3R). SEGS melakukan berbagai kegiatan pengelolaan limbah B3 sesuai dengan tata cara minimalisasi limbah berdasarkan Standar Kinerja Lingkungan dan peraturan pemerintah.

SEGS melalui *Integrated Geothermal Operations Management System* (IGOMS), suatu manajemen yang sistematis untuk mengelola Keselamatan, Kesehatan Kerja, Lindungan Lingkungan, Keandalan serta Efisiensi untuk mencapai kinerja kelas dunia, mewajibkan pengelolaan limbah dari seluruh kegiatan operasinya dan mematuhi peraturan perundang-undangan tentang pengelolaan limbah di negara tempatnya beroperasi. Dalam proses pengelolaan lingkungan yang merupakan bagian dari IGOMS, Perusahaan mengatur Standar Kinerja Lingkungan – Pengelolaan Limbah. Di dalam Standar Kinerja Lingkungan dan Pengelolaan Limbah tersebut terdapat tata cara minimalisasi limbah dengan mengutamakan prinsip 4R: *Reduce* (kurangi), *Reuse* (pakai kembali), *Recycle* (daur ulang), *Replace* (ganti), atau *Recovery* (ambil kembali).

Program unggulan penurunan limbah B3 pada 2019 terdiri dari tiga kegiatan, yaitu

- a. Program Pahesijun “Paket Hemat si Kain Majun”
- b. Teknologi Vibrasi untuk Optimasi Penggantian Oli
- c. Optimasi Penambahan *Grease* dengan Teknologi *Ultrasonic*

Adapun kegiatan pemanfaatan limbah B3 berupa kegiatan pemanfaatan limbah pelumas,

oli bekas dan aki bekas masih tetap bekerja sama dengan pihak ketiga, yaitu PT Prasadha Pamunah Limbah Industri (PT PPLI). Limbah pelumas dan oli bekas akan dimurnikan dan digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan bahan bakar sintetis untuk penggunaan terbatas di tanur semen sedangkan limbah aki bekas akan didaur ulang sebagai bahan dalam pembuatan kembali aki.

D.1 Program Pahesijun (Paket Hemat Si Kain Majun)

Inovasi program Pahesijun merupakan upaya pengurangan timbulan kain majun bekas dengan mengganti material majun menjadi lebih ringan dan efisien. Kain majun pengganti berjenis “Swipe-all S70 roll” yang merupakan “*high quality majun*” dimana satu kali usap dapat menyerap dan menghilangkan kotoran sehingga dapat menurunkan volume dan berat limbah B3 kain majun bekas.

Kain majun Swipe-all S70 roll memiliki ukuran lebih besar (30 x 35) cm dengan berat lebih ringan yaitu 0,007 kg/lembar sehingga daya serap terhadap kotoran lebih efektif. Perbedaan antara sebelum dan sesudah penggunaan Kain majun Swipe-all S70 roll adalah pengurangan timbulan limbah kain majun bekas, lebih efisien dan ekonomis.



Sebelum adanya Program Pahesijun, kain majun yang digunakan oleh pekerja berupa kain majun biasa yang memiliki ukuran 15cm x 20cm dengan berat 0,1 kg/lembar memiliki tingkat adsorbansi 60-80%. Hal ini menyebabkan timbulan kain majun bekas pada tahun 2019 mencapai 0,395 Ton. Inovasi Program Pahesijun berdampak pada jumlah kain majun bekas yang dihasilkan pada tahun 2020 menurun cukup signifikan yaitu hanya sebesar 0,227 Ton saat menggunakan kain majun Swipe-all S70 roll.

Padahal pada tahun 2020 terdapat proyek besar SEGS yaitu *shut down turn around* (SDTA) unit 5&6 dan *Well Intervention Program-WIP*: Rotojet Awi 1-7, 3-6 dan 3-7 yang memerlukan kain majun dalam jumlah besar. Kain majun Swipe-all S70 roll memiliki berat 15 kali ringan (dibandingkan kain majun biasa) sehingga menghasilkan timbulan limbah kain majun bekas lebih sedikit, lebih efisien dan ekonomis.

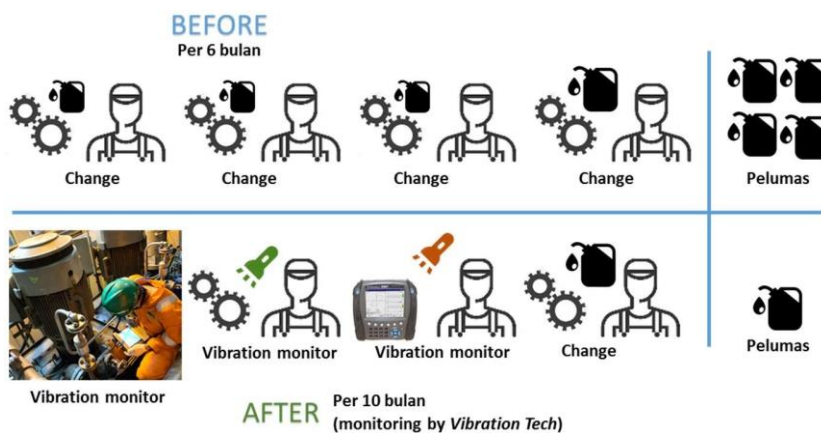
D.2 Teknologi Vibrasi untuk Optimasi Penggantian Oli

Inovasi teknologi vibrasi untuk optimasi penggantian oli merupakan teknologi monitoring *rotating equipment* (peralatan yang berputar) di *power plant* dengan prinsip pengukuran tingkat vibrasi/getaran untuk mengetahui kondisi alat tersebut. Penggantian oli dilakukan berdasarkan tingkat vibrasi. Apabila hasil monitoring vibrasi menunjukkan nilai $<4,5$ mm/detik berarti kondisi peralatan masih dalam kondisi normal, namun jika >6 mm/detik maka perlu adanya penggantian oli. Selain itu, dilakukan juga *lube oil analysis* sebagai bagian dari *preventive maintenance* untuk memastikan kualitas oli tersebut.



Gambar D2. Monitoring Menggunakan Alat Vibrasi

Kegiatan teknologi vibrasi untuk optimasi penggantian oli mampu mengurangi reduksi penggunaan oli pada *gearbox* motor dan timbulan limbah B3 seperti oli bekas, majun bekas dan kemasan bekas material B3. Hal tersebut berdampak pada kemudahan vendor pelaksana dalam memastikan motor bekerja dengan baik dengan pemakaian oli pada *gearbox* secara optimal. Perbedaan antara sebelum dan sesudah penggunaan teknologi vibrasi adalah frekuensi penggantian oli pada *gearbox* motor. Sebelum adanya teknologi



vibrasi, penggantian oli pada tiap motor dilakukan setiap 6 sebulan sekali. Sedangkan setelah dilakukan *monitoring maintenance* dengan teknologi vibrasi penambahan oli pada tiap motor dilakukan setiap 10 bulan. Inovasi teknologi vibrasi untuk optimasi

Gambar D3. Skema *Before-After* Teknologi Vibrasi untuk Optimasi Penggantian Oli
 penggantian oli berdampak pada penghematan pembelian oli dan jaminan kondisi *rotating*

equipment (gearbox motor). Terhadap konsumen (PLN), inovasi ini dapat meningkatkan kehandalan operasi sehingga pasokan listrik masyarakat tetap terjaga. Dampak terhadap lingkungan, yaitu berupa berkurangnya timbulan limbah B3 majun dan oli/pelumas bekas sebesar 0,53 Ton/tahun. Penghematan biaya pada tahun 2019 sebesar Rp 2.413.296,00.

D.3 Optimasi Penambahan Grease dengan Teknologi Ultrasonic

Awalnya, penambahan (*top up*) grease dilakukan setiap bulan dan penggantian (*replace*) dilakukan setiap 6 bulan. Grease tetap diganti walaupun kemungkinan kondisi motor dan kualitas grease masih baik. Inovasi diinisiasi dari teknisi lapangan Star Energy Geothermal Salak (SEGS) yang melihat proses penambahan grease terlalu sering walaupun kondisi motor masih bagus. Untuk menunda penambahan grease, tim perlu metode untuk meyakinkan *reliability* (kehandalan) motor *Cooling Tower Fan* (CTF). Setelah diskusi dengan vendor/kontraktor pelaksana lapangan, didapat metode *ultrasonic*. Alat ini dapat mendeteksi hubungan suara (*noise*) dengan kondisi motor.

Pada proses pembangkit listrik panasbumi, air yang terkondensasi pada kondensor akan direinjeksi ke reservoir sedangkan NCG (*Non Condensable Gas*) akan dikeluarkan melalui *cooling tower fan*. Setiap *Cooling Tower Fan* (CTF) digerakkan oleh sebuah motor. Dibutuhkan perawatan motor agar dapat bekerja optimal, seperti penambahan grease motor. Pada kegiatan perawatan motor, selain perlu grease, dihasilkan juga limbah B3 berupa majun terkontaminasi dan kemasan kaleng grease.

Inovasi penggunaan grease dengan ultrasonic merupakan teknologi monitoring alat yang menggunakan pengukuran suara/desibel suatu motor untuk mengetahui kondisi mesin tersebut, salah satunya ialah mengetahui waktu optimal grease. Dengan merubah pola *maintenance* motor *Cooling Tower Fan* yang awalnya *top up grease* dilakukan setiap bulan (*time based*) menjadi *condition based* dengan memonitor kondisi getaran dan kebisingan pada motor menggunakan alat ultrasonic. Apabila hasil monitoring kebisingan menunjukkan perbedaan angka >10 dB dari pengukuran mesin pada kondisi normal (*condition based*) maka mesin motor perlu ditambahkan/*top up grease*, pada tahun 2018, frekuensi penambahan grease berkurang menjadi setiap 6 bulan. Sehingga, nantinya dari inovasi ini perusahaan dapat menghemat penggunaan grease dan berkurangnya timbulan limbah B3 berupa majun dan kaleng bekas grease.

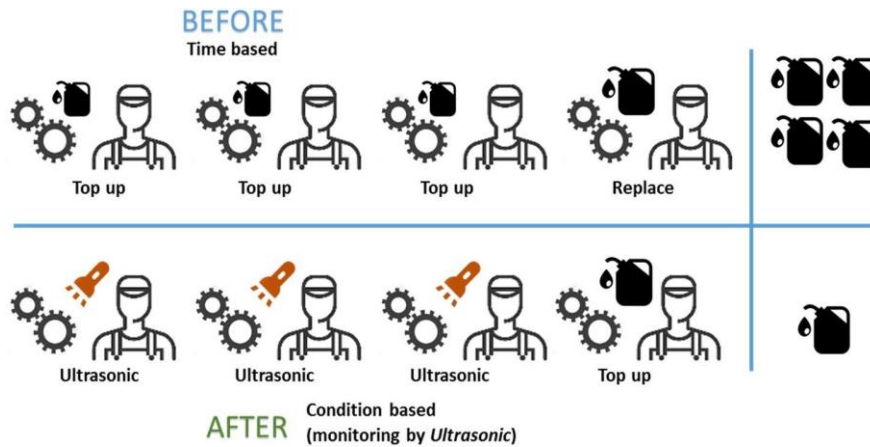
Kegiatan Monitoring *Reliability* Motor dengan Alat *Ultrasonic* mampu menghasilkan beberapa dampak:

- Pengurangan penggunaan grease
- Pengurangan limbah B3 yang dihasilkan dari kegiatan penambahan grease berupa majun dan kaleng kemasan grease
- Kemudahan vendor pelaksana dalam memastikan motor bekerja dengan baik

Perbedaan antara sebelum dan sesudah penggunaan *ultrasonic* adalah frekuensi

penambahan grease pada motor. Sebelum adanya *ultrasonic*, penambahan *grease* pada tiap motor dilakukan setiap sebulan sekali sebanyak 200 gram dan *replace/* penggantian grease dilakukan tiap 6 bulan sekali sebanyak 4 kg. Sedangkan setelah dilakukan *monitoring reliability* dengan *ultrasonic* penambahan *grease* pada tiap motor dilakukan setiap 6 bulan dan *replace/*penggantian *grease* dilakukan setiap 10 bulan. Inovasi Optimasi Penambahan Grease Dengan Teknologi *Ultrasonic* pada tahun 2019 telah mereduksi Limbah B3 sejumlah 833 kg = 0,833 Ton. Nilai penghematan biaya pada tahun 2019 yaitu sebesar Rp 38.874.861,- dari biaya pengganti *maintenance* dan pengurangan pengiriman limbah B3 ke PPLi.

Gambar D4. Skema *Before-After* Optimasi Penambahan Grease dengan Teknologi Ultrasonic



Gambar D5. Alat Ultrasonic dan Motor Cooling Fan

E. Inovasi 3R Limbah Padat Non-B3

SEGS melakukan berbagai program dalam pengelolaan limbah padat non B3, baik limbah non B3 yang berasal dari proses produksi, fasilitas penunjang, limbah non B3 di masyarakat, maupun kegiatan lain-lain. SEGS selalu berupaya mengelola sampah atau Limbah Padat Non-B3 dengan berprinsip kemitraan. Melalui keberlanjutan program pemberdayaan mitra usaha tempatan (*Local Business Development*), SEGS bekerja sama dengan mitra usaha tempatan dalam proses kampanye 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), pengurangan sampah, pemilahan sampah, pengangkutan, hingga pemanfaatan untuk mengurangi jumlah sampah yang dikirim ke TPA Sampah.

Program unggulan SEGS untuk 3R Limbah Padat Non-B3 adalah Sludge Cooling Tower Sebagai Kompos Organik, Pormula Risman untuk degradasi lemak dapur, dan sampah organik menjadi kompos untuk kebun kopi Tansumi.

E.1 Sludge Cooling Tower Sebagai Kompos Organik

Program inovasi Scooter Si KoMo akronim dari *sludge cooling tower* sebagai kompos organik merupakan pemanfaatan lumpur dari unit *cooling tower* sebagai kompos organik. Berdasarkan hasil uji TCLP dan LD₅₀ oleh laboratorium terpadu IPB, dan pengujian karakteristik limbah B3 oleh PT Sucofindo bahwa lumpur *cooling tower* bersifat *non toxic* dan tidak memiliki karakteristik limbah B3. Oleh karena itu, muncul sebuah ide dari pekerja SEGS untuk memanfaatkan lumpur *cooling tower* sebagai bahan baku kompos dan bekerja sama dengan Kelompok Tani Tunas Harapan. Hasil eksperimen yang dilakukan, diperoleh komposisi pembuatan kompos: lumpur *cooling tower* 40%, pupuk kandang 40%, sekam 20%, dan cairan EM4 1%. Kompos dapat terdegradasi sempurna selama kurang lebih 2 bulan. Produk kompos yang dihasilkan didonasikan untuk Kelompok Tani Tunas Harapan, kelompok tani tersebut memiliki usaha sayur organik berupa sawi hijau.



Gambar E1. Skema *Before-After* Scooter Si KoMo

Inovasi ini merupakan perubahan pada sub-sistem yang mempunyai nilai tambah pada perubahan rantai nilai. Keuntungan terhadap perusahaan berupa penghematan biaya pengangkutan sampah dan untuk menjaga keandalan dari *cooling tower* sehingga meringankan beban kerja dari tim *maintenance* karena tidak perlu memperbaiki kerusakan *equipment* akibat sumbatan lumpur. Keuntungan terhadap konsumen yaitu Kelompok Tani Tunas Harapan (masyarakat binaan dari SEGS yang berlokasi di Kampung Cipicung, Desa Kabandungan Kec. Kabandungan) memperoleh transfer kompetensi berupa pelatihan cara membuat pupuk organik yang baik untuk digunakan sebagai media tanam sayur organik (sawi hijau).

Implementasi program Scooter Si KoMo juga dilakukan *product sharing* melalui kegiatan pemberdayaan masyarakat yaitu dengan bekerjasama dengan Kelompok Tani Tunas Harapan yang dapat memberikan keuntungan bagi masyarakat berupa penyediaan kompos gratis dan digunakan sebagai media tanam sayur organik berupa sawi hijau. Selain itu, Kelompok Tani Tunas Harapan memperoleh pupuk organik secara gratis guna meningkatkan produktivitas pertanian kelompok tani dan tidak perlu mengeluarkan biaya guna pembelian pupuk organik. Dari sisi Suplier, PT Gemilang Prestasi Andalan (pihak ketiga dalam pengelolaan sampah domestic SEGS), dapat meringankan pengelola sampah karena volume timbulan sampah berkurang. Inovasi program Scooter Si KoMo (*sludge cooling tower* sebagai kompos organik) pada tahun 2020 menghasilkan kompos organik sejumlah 0,83 Ton, menurunkan frekuensi pengangkutan sampah dan menghemat biaya sebesar Rp 12.450.000,00.

E.2 Pormula Risman untuk Degradasi Lemak Dapur

Program inovasi Pormula Risman ini dilatarbelakangi oleh kendala pengolahan limbah lemak dapur SEGS yang sulit terdegradasi, menimbulkan bau, penyebab sumbatan pada pipa, dan membebani TPA sampah. Ide inovasi yang diinisiasi karyawan dan kontraktor lokal binaan SEGS (Kang Risman) ini dilakukan dengan cara mencari komposisi bahan dan komposisi kompos yang sesuai dengan karakteristik lemak dapur. Berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan, komposisi lemak dapur 50%, pupuk kandang 25%, serbuk gergaji 12%, tanah lokal 12%, dan EM4 1% dapat mendegradasi lemak dapur menjadi kompos. Tanah lokal di Gunung Salak berfungsi menyediakan mikroorganisme pengurai organik, pupuk kandang berfungsi penambah mikroorganisme, serbuk gergaji berfungsi menyerap lemak, dan EM4 sebagai *activator* untuk mempercepat proses dekomposisi. Degradasi lemak berhasil dilakukan selama 30 hari. Produk kompos yang dihasilkan didonasikan untuk kebun kopi masyarakat “Tansumi”, usaha kopi binaan SEGS.



Gambar E2. Skema *Before-After* Pormula Risman

Inovasi ini merupakan perubahan pada sub-sistem yang mempunyai nilai tambah pada perubahan rantai nilai. Keuntungan terhadap perusahaan berupa penghematan biaya pengangkutan sampah dan mengurangi beban pengolahan IPAL. Keuntungan terhadap konsumen (PLN dan masyarakat) tidak terjadinya pencemaran di hulu disebabkan limbah lemak yang melebihi ambang batas aman bagi lingkungan sehingga mengalir ke sungai dan menimbulkan kerugian bagi masyarakat di hilir sungai. Hal tersebut membuat tidak ada pengaduan ke perusahaan sehingga tidak terjadi gangguan (klaim/demonstrasi) yang bisa menghambat operasi pembangkitan dan pasokan listrik ke PLN. Selain itu, tersedianya pupuk kompos gratis untuk masyarakat. Dari sisi vendor (kontraktor pelaksana sampah), dapat meringankan pengelola sampah karena volume timbulan sampah berkurang. Inovasi Pormula Risman pada tahun 2019 telah mereduksi sampah lemak sebanyak 4,804 Ton, menghasilkan kompos sejumlah 1,201 Ton, tidak menimbulkan bau, menurunkan frekuensi pengangkutan sampah dan menghemat biaya sebesar Rp 15.015.000,00. Selain itu, kompos dapat dimanfaatkan untuk program Comdev.

E.3 3R Sampah Organik Menjadi Kompos untuk Kebun Kopi Tansumi

Komposting adalah suatu proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Proses pembuatan kompos dilakukan dengan mengatur dan mengontrol proses alami tersebut agar kompos dapat terbentuk lebih cepat. Proses ini meliputi membuat campuran bahan yang seimbang, pemberian air yang cukup, pengaturan aerasi, dan penambahan activator pengomposan.

Program komposting merupakan program berkelanjutan yang dilakukan oleh SEGS dengan mengurangi timbulan sampah organik baik dari kegiatan dapur atau dari pemangkasan rumput dan tanaman. Kompos yang dihasilkan digunakan kembali untuk pemupukan dalam menunjang program penanaman dan pemeliharaan tanaman. Dengan adanya program pembuatan kompos ini, SEGS dapat mengurangi timbulan sampah organik yang belum terolah menjadi kompos untuk pemeliharaan tanah dan tanaman dari perkebunan kopi Tansumi. Sehingga, penggunaan pupuk kimia dapat diminimalisir dan unsur hara di dalam tanah menjadi meningkat sehingga tanaman menjadi lebih subur.

Program pengomposan ini telah bekerjasama dengan kelompok binaan SEGS yaitu Kelompok Kopi Tansumi Grup yang berada di Desa Palasari Girang Kecamatan Kalapanunggal sejak tahun 2019 dengan jangka waktu 2 tahun. Hasil pengurangan dan pemanfaatan limbah padat non B3 melalui program komposting dapat dilihat pada Tabel E.1.

Tabel E.1 Hasil Pemanfaatan Sampah Organik Melalui Program Komposting

No	Kegiatan / Program	Hasil Absolut/Tahun (ton)				
		2016	2017	2018	2019	2020*
1	Program Pengomposan	12,11	12,89	12,53	12,44	6,08

*Data hingga Juni 2020

Hasil pemanfaatan sampah organik melalui program komposting pada tahun 2019 yaitu sebesar 12,44 Ton dan setara penghematan Rp 181.150.000,00.



Gambar E.3 Proses Produksi Kompos

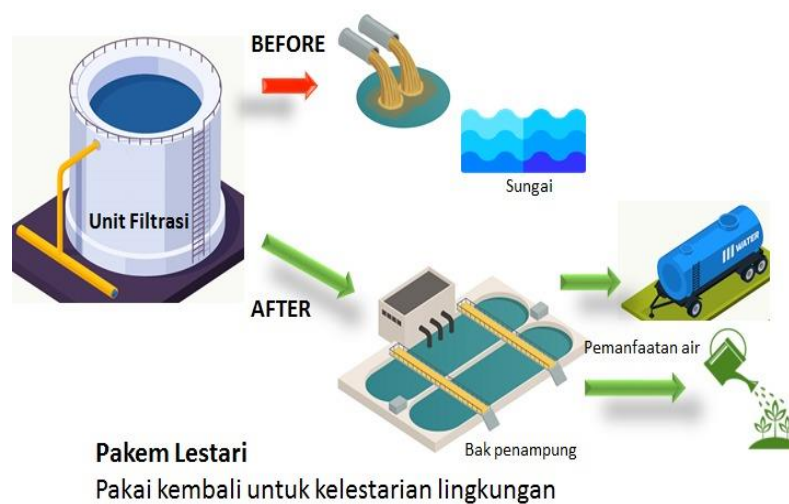
F. Inovasi Efisiensi Air dan Penurunan Beban Pencemaran Air Limbah

F.1 “Pakem Lestari” - Pakai Kembali dan Lestarikan

Kegiatan backwash filter domestic water dilakukan untuk menjaga kualitas air dan memperpanjang usia filter. Proses backwash yang dilakukan rata-rata 30 menit setiap 3 hari sekali atau tergantung kondisi cuaca, apabila cuaca hujan maka diperlukan backwash lebih sering. Air hasil backwash dibuang melalui pipa pembuangan dan dialirkan ke parit begitu saja. Munculah ide inovasi dari pekerja SEGS untuk memanfaatkan air hasil buangan *backwash* tersebut yang dinamakan Pakem Lestari (pakai kembali dan lestarikan). Air hasil proses backwash dialirkan dan diendapkan ke bak penampungan sehingga dapat digunakan untuk menyiram tanaman di *nursery* (pembibitan tanaman).

SEGS melakukan perubahan komponen yaitu penambahan saluran dan juga tempat penampungan dan pengendapan kotoran dari air *backwash* sebelum dimanfaatkan kembali. SEGS juga melakukan perubahan pada *sub sistem* dimana terdapat penambahan saluran dan juga bak pengendapan pasir/lumpur dari air backwash sebelum dimanfaatkan kembali. implementasi Pakem Lestari membuat air backwash menjadi memiliki nilai tambah dan dapat digunakan kembali sehingga dapat menurunkan jumlah pemakaian air yang terbuang. *Process improvement* yang dilakukan melalui program inovasi ini adalah air setelah proses *backwash* dapat dimanfaatkan kembali dengan cara mengalirkan air *backwash* ke bak penampung kemudian diendapkan sehingga kualitas air menjadi lebih bersih dan dapat digunakannya untuk penyiraman tanaman.

Skema before-after inovasi:



Gambar F1. Skema Before - After Program Pakem Lestari

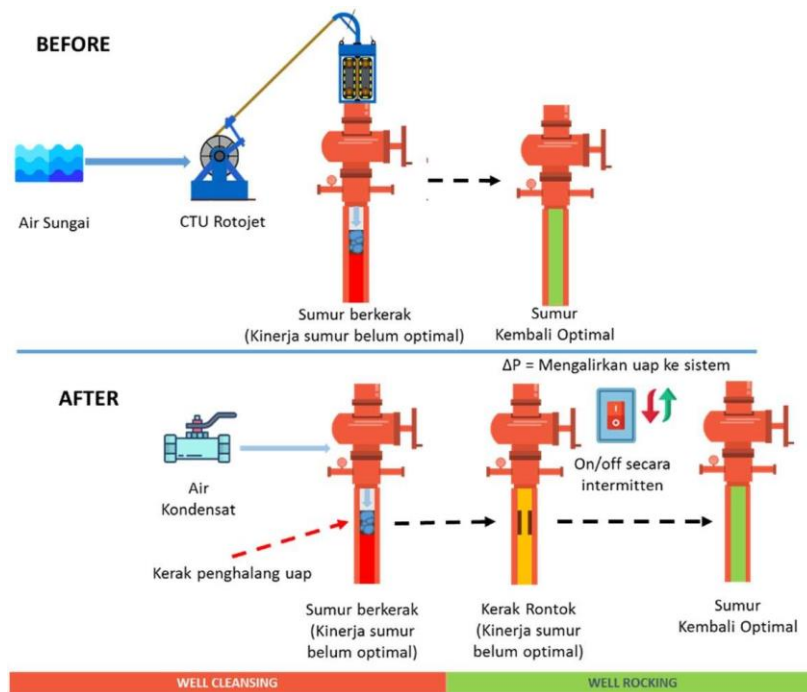
Implementasi program tahun 2020 adalah berupa air yang dapat dimanfaatkan pada tahun 2020 sebesar 1.317,6 m³, atau setara penghematan biaya sebesar Rp 17.128.000,00 (dari biaya pengganti pembelian air). Kegiatan *Backwash* yang dilakukan secara rutin mampu memperpanjang *lifetime* media filter (pasir silika dan karbon aktif) sehingga menghemat biaya dari penggantian media filter.

F.2 Metode Well-CleaR-Well Cleansing & Rocking untuk Mengembalikan Performa Sumur

Kegiatan pembersihan sumur awalnya dilakukan dengan workover-rig ataupun Coil Tubing Unit (CTU) yang membutuhkan biaya besar. SEGS melihat peluang pemanfaatan air kondensat untuk menghindari penggunaan air permukaan/air tanah dan pada saat yang bersamaan terdapat potensi untuk dapat mengembalikan performa sumur seperti sedia kala. Kegiatan tersebut, kemudian dinamakan *Well Cleansing dan Rocking* atau dapat disingkat dengan Metoda Well-CleaR. Kegiatan well cleansing membersihkan sumur dengan injeksi kondensat dalam volume yang besar kemudian dilanjutkan dengan metode well rocking memproduksi sumur secara intermittent (on-off) guna memastikan scale yang sudah dibersihkan benar-benar tidak mengganggu laju produksi sumur. Sumur sebelumnya akan di-*quenching* (didinginkan) juga dengan menggunakan air kondensat, kemudian volume injeksi kondensat dinaikkan. Dalam rangka mengkonservasi air permukaan.

SEGS melakukan perubahan komponen yaitu mensubstitusi air permukaan ke air kondensat untuk kegiatan Well Cleansing yang telah disebutkan. SEGS juga berinovasi dengan melakukan *perubahan sub-sistem* yaitu menambahkan kegiatan pembersihan sumur yang selama ini dilakukan dengan workover-rig ataupun Coil Tubing Unit (CTU), dilakukan secara lebih sederhana melalui metoda *Well Cleansing dan Rocking*.

Skema before-after inovasi:



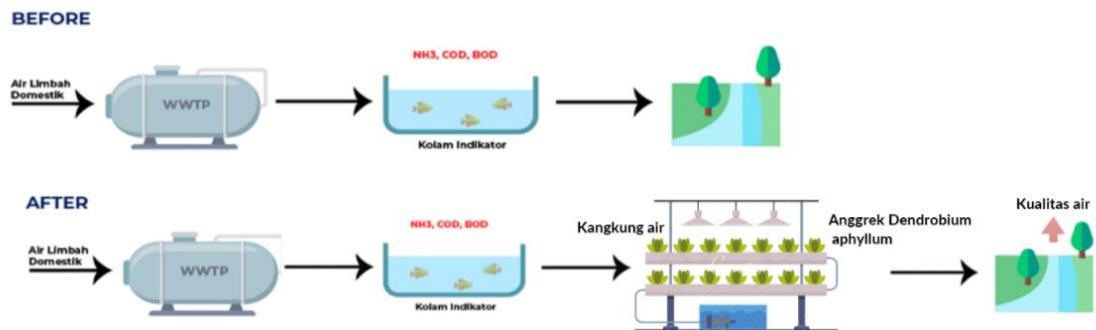
Gambar F2. Skema *Before - After* Program Metode Well-CleaR (Well Cleansing & Rocking) untuk Mengembalikan Performa Sumur

Implementasi program tahun 2019 adalah konservasi air sebanyak 28.233,40 m³, *perubahan prosedur dan peningkatan efisiensi* berupa penggunaan metoda Well Cleansing & Rocking, serta *penghematan biaya* sebesar Rp 3.223.974.245,00 lebih hemat dibandingkan dengan penggunaan workover rig ataupun coiled tubing unit (CTU) untuk aplikasi kegiatan rotojet dan pembelian air bersih industri. Kegiatan Well-CleaR juga dapat meningkatkan pasokan uap ke turbin pembangkit rata-rata sebanyak 7,5 MW atau hampir setara dengan 6.000 rumah sederhana apabila dikonversikan.

F.3 Cara Inovatif Budidaya Kangkung dan Anggrek Hutan untuk Reduksi Air Buangan

Air limbah hasil efluen dari WWTP SEGS pada dasarnya telah memenuhi baku mutu, namun masih menyisakan kandungan ammonia, COD, dan BOD meskipun dalam jumlah kecil. Program “Cai Kahuripan” akronim dari Cara Inovatif Budidaya Kangkung dan Anggrek Hutan untuk Reduksi Air Buangan bertujuan untuk meminimalisir kadar polutan dari unit WWTP yang dialirkan menuju badan air. Tanaman Kangkung dan Anggrek *Dendrobium aphyllum* digunakan sebagai *phyto-treatment* pada kolam indikator yang telah dimodifikasi berupa penambahan sistem hidroponik untuk mereduksi kadar Amonia, BOD dan COD sebelum dibuang ke badan sungai.

Program Cai Kahuripan berdampak pada perubahan sub sistem (*value chains optimization*). Kegiatan Cai Kahuripan pada prinsipnya yaitu pada air buangan WWTP dialirkan ke kolam indikator yang telah dimodifikasi berupa penambahan sistem hidroponik dan ditanami kangkung air yang dapat mereduksi kandungan BOD, COD, dan NH_3 serta bibit anggrek *Dendrobium aphyllum* untuk melestarikan tanaman endemik Salak.



Gambar F3. Cara Inovatif Budidaya Kangkung dan Anggrek Hutan untuk Reduksi Air Buangan

Hasil dari Program Cai Kahuripan berupa penurunan beban pencemar air hingga 30 % untuk parameter BOD_5 , 25 % untuk parameter COD dan untuk parameter Ammonia 42 %. Pada Tahun 2020 SEGS berhasil menurunkan beban pencemaran BOD 0,0145 ton/tahun, COD = 0,0260 ton/tahun dan Ammonia = 0,0127 ton/tahun setara dengan penghematan Rp 579.352 (dari pengganti biaya pengelolaan lingkungan hidup akibat pencemaran air) pada tahun 2020.

Kegiatan tersebut mampu meningkatkan performa kinerja WWTP untuk mengolah air limbah domestic lebih dari ketaatan (*beyond compliance*). Selain itu, budidaya anggrek *Dendrobium aphyllum* secara hidroponik dapat dikembangkan di kebun pembibitan (nursery) yang selanjutnya ditanam di area SEGS.

F.4 Pemanfaatan Air Kondensat untuk Proses Solid Particle Removal pada Aliran Steam

Fluida panas bumi mengalir dari dalam reservoir ke permukaan yang memiliki tekanan lebih rendah. Kemudian fluida tersebut dialirkan ke separator untuk dipisahkan antara uap dan air pada tekanan optimal. Uap yang dihasilkan kemudian dialirkan melalui jaringan pipa produksi berukuran 30", 36", dan 42" menuju *final scrubber* untuk dimurnikan dan kemudian dialirkan ke turbin pada Fasilitas Pembangkit.

Berdasarkan uji kualitas uap setelah proses pemisahan di separator, kandungan uap masih mengandung *solid particle*. *Solid particle* tersebut dapat menyebabkan scalling dan korosi pada turbine apabila *solid particle* tersebut tidak dapat dipisahkan dari uap pada proses pemurnian uap di *final scrubber*. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem untuk dapat menangkap *solid particle* tersebut sebelum memasuki *final scrubber*, sehingga *solid particle* tersebut dapat dipisahkan pada proses pemurnian uap di final scrubber dan tidak terbawa bersama uap yang masuk ke dalam fasilitas pembangkit.

Kegiatan *Solid Particle Removal* pada prinsipnya dilakukan dengan cara mengalirkan air dengan tekanan tertentu melalui nozzle hingga terjadi proses pengabutan yang masuk ke dalam jalur pipa produksi sebelum memasuki final scrubber. Proses pengabutan ini akan mengikat *solid particle* dan bahan kimia yang terbawa di dalam uap. Kegiatan ini dapat menggunakan air baku atau air permukaan dengan PH dan *turbidity* tertentu. Akan tetapi SEGS telah melakukan kajian mengenai pemanfaatan air kondensat untuk dapat digunakan sebagai sumber air pada sistem tersebut.

Dalam rangka konservasi air, SEGS memanfaatkan air kondensat yang dihasilkan dari hasil kondensasi di unit pembangkit menjadi sumber air untuk mengikat partikel padat yang terkandung dalam steam. Pada proses *solid particle removal*, didapatkan steam hingga steam kualitas 99.5%. dimana partikel padat terpisahkan melalui proses pemurnian uap di final scrubber.

Kegiatan tersebut juga menghilangkan bahan kimia yang dapat menyebabkan korosi pada turbin dan peralatan pembuangan gas. SEGS berkomitmen dalam melakukan pemanfaatan air proses sehingga SEGS melakukan inovasi dengan memanfaatkan kembali air kondensat untuk *solid particle removal* pada aliran *steam*. Kegiatan tersebut dikembangkan sendiri oleh SEGS secara sukarela berdasarkan budaya operasi perusahaan yang sadar akan pentingnya pemanfaatan air proses, karena pada Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air tidak mewajibkan perusahaan untuk memanfaatkan kembali air kondensat sebagai sumber air pada kegiatan *solid particle removal* pada aliran *steam*.

Hasil absolut program ini dapat dilihat pada Tabel F1 berikut :

Tabel F1. Nilai Absolut Kegiatan *Solid Particle Removal* pada Aliran *Steam*

Parameter	Nilai Absolut					Satuan
	2016	2017	2018	2019	2020*	
Penghematan penggunaan air	-	37.336	38.134	33.212	13.250	m ³

*Data hingga Juni 2020

Sepanjang 2017 sampai dengan Juni 2020 SEGS berhasil menghemat penggunaan air permukaan mencapai 121.933,67 m³. Apabila kegiatan ini dilakukan secara kontinu dan terus dikembangkan maka dapat menghemat penggunaan air permukaan lebih banyak.



Gambar F4. Pengecekan Rutin Kegiatan *Steam Wash Solid Particle Removal*

Program unggulan efisiensi air SEGS adalah pemanfaatan air kondensat (air hasil dari proses kondensasi uap setelah memutar turbin) untuk proses *solid particle removal* pada aliran uap yang disebut dengan *steam wash*. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan produktivitas pembangkit dengan cara memodifikasi sub-sistem pemurnian uap (*scrubber*) yang masuk ke turbin, yakni dengan memasang empat buah *nozzle* pada jalur pipa uap. Proses pembersihan ini dapat menggunakan air permukaan sebagai media pembersih, tetapi SEGS memanfaatkan air kondensat yang tidak teroksidasi (*non-oxygenated condensate water*) di dalam ruang tertutup (*closed system*).

Dampak lingkungan program ini adalah penghematan penggunaan air bersih sebesar 33.212,20 m³ pada 2019, penghematan biaya sebesar Rp 431.758.586,00.

G. Inovasi Perlindungan Keanekaragaman Hayati

Program unggulan pada tahun 2021 adalah SAVE BANGBUNG – Pemberdayaan dan Pelatihan Budidaya Bangbung Kumbang Hutan Lucanid kepada Eks Pemburu Bangbung.

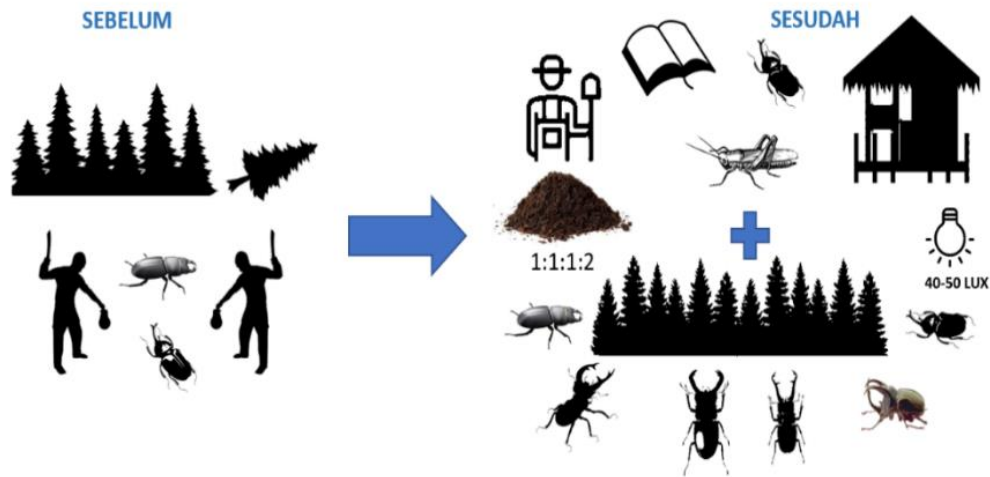
G.1 SAVE BANGBUNG – Kumbang Hutan Lucanid

Bangbung (Bahasa sunda) atau Kumbang Lucanid adalah jenis kumbang hutan yang banyak diburu oleh masyarakat secara liar di area hutan Taman nasional gunung Halimun Salak. Star Energy sebagai operator pembangkit panas bumi yang berada di area Gunung Salak sudah lama menaruh perhatian terhadap konflik masalah ekologi dan sosial ini. Bersama Badan Taman Nasional Gunung Halimun Salak (BTNGHS) mengembangkan metode konservasi insitu bangbung / Kumbang Lucanid melalui pemberdayaan pemburu bangbung menjadi peternak bangbung dan jangkrik. Motif perburuan liar yang sudah diidentifikasi berhubungan dengan masalah ekonomi, dimana pemburu yang berasal dari masyarakat sekitar Gunung Salak sudah melakukan perburuan ini secara turun temurun semenjak nenek moyang mereka. Harga Bangbung yang tinggi di pasaran (sekitar 100-500 ribu / ekor) menjadikan sumber mata pencaharian yang menarik bagi masyarakat sekitar hutan.

Pengembangan program inovasi save Bangbung berasal dari SEGS. Dari data Populasi Bangbung hasil penelitian IPB di tahun 2017 di hutan area operasi SEGS terdeteksi 1,113 individu, 12 spesies. Sedangkan di Area Housing Star Energy diketemukan 100 individu 6 spesies. Pada tahun 2019, Star Energy melakukan survei kembali populasi bangbung di area housing dan terdeteksi 35 individu, 6 spesies. Dalam kurun waktu 2 tahun populasi bangbung di area hutan sekitar housing SEGS mengalami degradasi populasi sebesar 65%.

Besarnya angka degradasi ini, melahirkan ide inovasi untuk melakukan pembatasan praktek perburuan bangbung yang dilakukan secara liar oleh masyarakat. Karena area hutan adalah kewenangan Taman Nasional (TNGHS), maka SEGS menggandeng Taman Nasional (TNGHS) untuk menghentikan praktek perburuan liar ini melalui metode kolaboratif sinergis, melalui pendidikan hukum dan pemberdayaan masyarakat. Dimana pemburu bangbung diberikan Pendidikan akan pentingnya ekologi bangbung di Taman Nasional Gunung Salak dan memberdayakan mereka melalui budidaya bangbung dan jangkrik agar motif ekonomi sebagai permasalahan utama bisa dipenuhi.

Skema *before-after* inovasi:



Gambar G1. Skema *Before - After* Save Bangbung

Adapun tahapan dari program Save Bangbung yang dilakukan SEGS antara lain: Pendataan jumlah masyarakat pemburu bangbung, Memberikan penyuluhan / pendidikan tentang larangan berburu di taman nasional dan pentingnya populasi bangbung dalam menunjang satu kesatuan ekosistem yang sehat di Gunung Salak, perbaikan habitat yang rusak melalui penanaman dan pelatihan dan budidaya jangkrik dan bangbung di rumah, serta restocking/penambahan populasi bangbung hasil budidaya.

Inovasi dilakukan dengan merubah sub sistem, dimana terdapat metode konservasi fauna yang dipadukan secara kolaboratif dan sinergis dengan cara mendidik dan memberdayakan masyarakat serta melakukan restocking bangbung hasil budidaya. Dari penelitian budidaya bangbung oleh SEGS ditemukan inovasi media tumbuh larva bangbung yang optimal dengan perbandingan media yang terbuat dari campuran serbuk gergaji + kayu yang sudah lapuk+ serabut kelapa + tanah humus sebesar 1:1:1:2. Pertumbuhan larva bisa dipercepat dari 8 minggu menjadi 3 minggu.

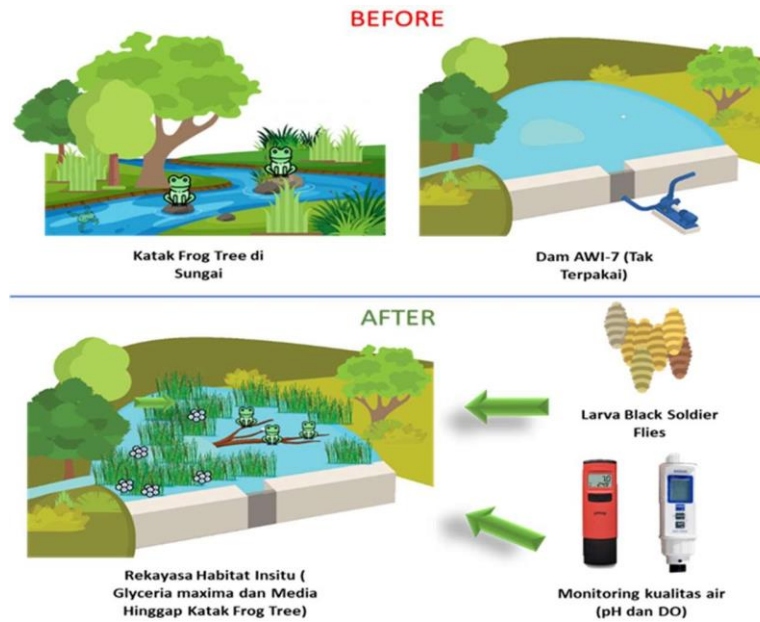
Program Save Bangbung ini berhasil menaikkan populasi bangbung di hutan sekitar Star Energy Salak sebesar 47% per tahun. Selain itu, Program inovasi Save Bangbung ini berhasil menyelesaikan masalah konflik kepentingan ekonomi-ekologis yang sering terjadi di area hutan konservasi Taman Nasional. Sehingga program pembangunan berkelanjutan sektor konservasi Hutan konservasi bisa terjaga.

Dampak lingkungan inovasi ini berhasil meningkatkan indeks keanekaragaman hayati pada tahun 2020 sebesar $H' = 1,785$ dari baseline 2019 $H' = 1,780$. Program ini memperoleh keuntungan sebesar 22,5 juta / tahun dari penyelamatan populasi bangbong di area Taman Nasional. Dalam rangka penghentian perburuan liar di hutan Taman Nasional, SEGS memberikan kapasitas pelatihan budidaya jangkrik dan bangbong kepada 20 orang. Masyarakat tersebut mendapatkan keuntungan pendapatan tetap sebesar 2 juta / bulan dari budidaya bangbong dan jangkrik di rumahnya sebagai pengganti penghentian perburuan liar di hutan Taman Nasional. Keuntungan yang lain yang tidak bisa dikuantifikasi adalah kepercayaan dari pemangku kepentingan dalam hal ini Taman Nasional (TNGHS), bahwa Star Energy bisa beroperasi ramah lingkungan dan mendukung upaya konservasi keanekaragaman hayati di area Taman Nasional.

G.2 KOIN KAPORHADAM- Konservasi Insitu Katak Pohon *Rhacophoridae* dengan Rekayasa Habitat DAM AWI-7

Berawal dari penelitian IPB tentang keanekaragaman kelas *amphibia* di hutan area Gunung Salak, didapatkan informasi bahwa terdapat spesies langka *IUCN Redlist* katak pohon *family Rhacophoridae* di sungai dekat DAM AWI-7. Adapun macam spesiesnya antara lain: *Rhacophorus reinwardtii* (*IUCN NT*), *Polypedates otlophus* (*IUCN LC*), *Polypedates leucomysta* (*IUCN LC*), dll. Dari data IPB dan konsultan monitoring lingkungan PT. BMT pada tahun 2008 didapatkan data jumlah katak pohon *family rhacophoridae* sebanyak 43 individu dan tahun 2019 90 individu. Peningkatan 4 individu/tahun dengan indeks kehati Shannon Wiener yang rendah 1,475. SEGS melakukan upaya konservasi fauna agar perkembangan katak pohon lebih cepat dengan memperbaiki habitat aslinya dengan sejumlah rekayasa.

Skema *before-after* inovasi:



Gambar G2. Skema *Before - After* Koin Kaporhadam

Inovasi dilakukan dengan merubah sistem, rekayasa habitat dilakukan melalui tahap rekayasa fisik yaitu: (1) deaktivasi DAM AWI-7 dan (2) penanaman alang-alang air (*Glyceria maxima*) sebagai tempat tinggal, tempat berlindung, tempat menaruh telur serta pemasangan media hinggap memanfaatkan pohon kering & ranting. Tahap Migrasi membutuhkan waktu 2 bulan melalui sterilisasi area DAM selama mungkin dengan membatasi area dari aktivitas pekerjaan, transportasi, dan interaksi dengan manusia. Diharapkan, proses migrasi katak pohon ke dalam kolam dapat berjalan dengan efektif. Tahap migrasi ini membutuhkan waktu 2 bulan. Tahap pertumbuhan dan pemeliharaan dilakukan dengan memberikan makanan yang cukup dan kondisi air yang sehat. Selain makanan alami berupa serangga dan ikan, ditambahkan juga larva maggot seminggu sekali. Kualitas air di dalam DAM dijaga dengan mempertahankan area hijau, memasang *control box* untuk pengendapan sedimen, serta melakukan monitoring kualitas air parameter kunci $DO > 4$ mg/l dan pH 6-9.

Dampak lingkungan inovasi ini berhasil meningkatkan pertumbuhan jumlah spesies katak pohon *family rhacophoridae* dari 90 individu/tahun menjadi 156 individu/tahun. Dengan peningkatan keanekaragaman hayati Shannon Wiener H' dari 1,475 (2008) menjadi 1,532 (2019) dan 1,905 (2020)

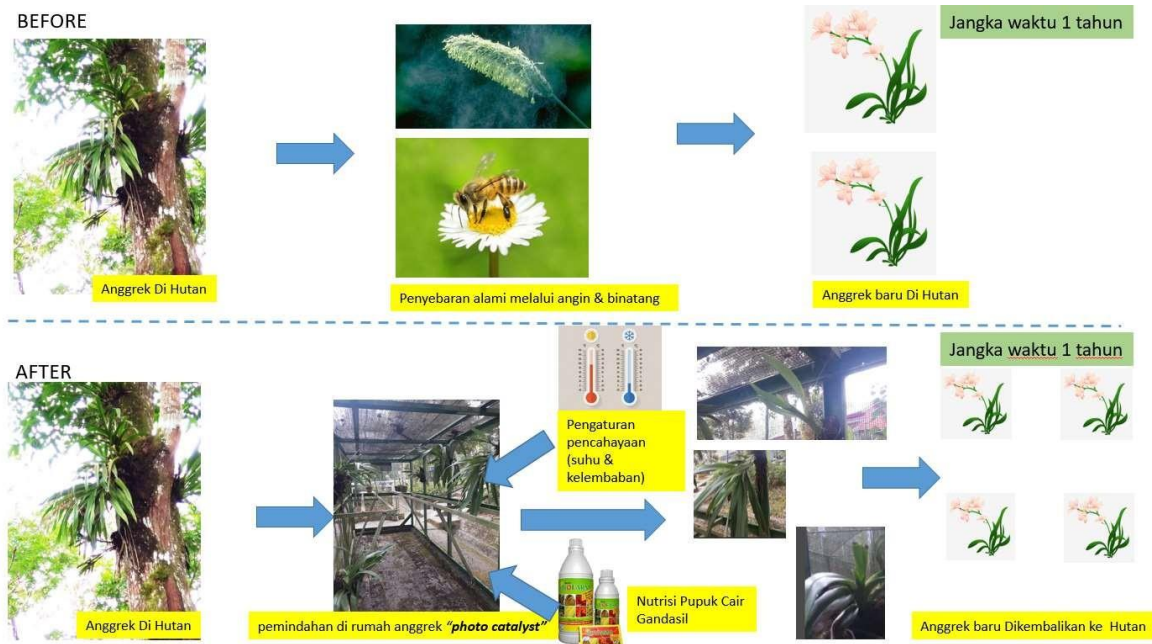
Inovasi ini telah berhasil membuat model rekayasa habitat yang sehat dan produktif untuk mempercepat pertumbuhan dan perkembangbiakan katak pohon *family rhacophoridae* dengan peningkatan jumlah spesies 62% per tahun, peningkatan jumlah individu 73 % per tahun dan peningkatan keanekaragaman hayati 24% per tahun. Memanfaatkan inovasi

lingkungan yang lain berupa larva maggot sebagai makanan mempercepat pertumbuhan katak pohon yang dihasilkan dari peternakan maggot di masyarakat Hikamuci di kampung Cipanas. Merubah perilaku masyarakat dan karyawan untuk selalu menciptakan inovasi dan memanfaatkan sumber daya yang ada di perusahaan untuk perbaikan lingkungan dan konservasi alam. Serta membantu *stake holder* BTNGHS (Balai taman nasional Gunung Halimun Salak) dalam upaya melestarikan spesies langka versi IUCN serta menjadikannya sebagai tempat penelitian perguruan tinggi. Program ini menghemat biaya sebesar Rp. 894.545.455,00 yang di dapat dari nilai konservasi langkanya katak pohon langka jika diperjualbelikan selama tahun 2019-2020.

G.3 Inovasi Rumah Anggrek Photo Catalyst pada Konservasi Anggrek *Dendrobium aphyllum*

Anggrek *Dendrobium Aphyllum* tumbuh secara alami di hutan Gunung Salak sekitar operasi SEGS. Namun berdasarkan hasil survei kehati 2018 didapatkan bahwa kerapatan tanaman ini hanya 0,5 pohon/km². Data 2017 menunjukkan jumlah anggrek *Dendrobium aphyllum* di hutan area nursery sekitar SEGS hanya berjumlah 25 individu dan tahun 2018 sebanyak 27 individu, dengan peningkatan 2 pohon per tahun. Anggrek ini juga tergolong dalam IUCN *Redlist Least Concern (LC)*. Dari sinilah Program konservasi anggrek diinisiasi.

Skema *before-after* inovasi:



Gambar G3. Skema *Before - After* Rumah Anggrek *Photo Catalyst* pada Konservasi Anggrek *Dendrobium aphyllum*

Inovasi dilakukan dengan merubah sistem pembiakan anggrek *Dendrobium aphyllum*. Sistem pembiakan yang awalnya secara alami berkembang biak melalui media angin ataupun binatang di dalam hutan, diganti dengan sistem mengambil indukan dan dibudidayakan di dalam rumah anggrek *photo catalyst* yang berfungsi mengatur pencahayaan (4000 fc), kelembaban (80-85%) dan suhu (22-24°C) sehingga menghasilkan pertumbuhan tunas baru yang optimum. Tunas baru ini kemudian dirawat dan setelah dewasa akan dikembalikan ke hutan. Selain itu ditambahkan pupuk cair *gandasil* sebagai nutrisi perangsang pertumbuhan.

Dampak lingkungan inovasi ini berhasil meningkatkan pertumbuhan jumlah spesies anggrek dari 2 tunas/tahun menjadi 20 tunas/tahun. Tunas ini kemudian dipelihara selama 3 bulan dan dikembalikan ke habitat alaminya untuk memperkaya keanekaragaman hayati di hutan Salak.

Budidaya ini berhasil meringankan beban taman nasional, di mana selama ini mereka harus mencari tanaman *Dendrobium aphyllum* dari luar lokasi hutan salak untuk keperluan konservasi dan penambahan *stock* tanaman di hutan. Saat ini dengan keberhasilan upaya budidaya ini, pihak taman nasional terbantu sekali sehingga tidak perlu lagi mencari tanaman anggrek baru untuk keperluan konservasi tanaman endemik salak. Perubahan perilaku terjadi di pegawai unit pembibitan (*nursery*) SEGS, di mana dalam upaya konservasi yang awalnya mereka membeli bibit endemik hutan Gunung Salak, sekarang mulai bisa memanfaatkan anggrek hasil budidaya. Saat ini mereka juga mulai mencari peluang dan inisiatif baru untuk membudidayakan tanaman hutan sebagai bagian dari upaya konservasi. Inovasi ini telah menghemat biaya perusahaan sebesar Rp. 23.000.000,00 pada 2019.

H. Inovasi Pemberdayaan Masyarakat

Pada tahun 2021, program unggulan Community Development (Comdev) SEGS adalah program Agrowisata Bhakti Kencana Pamijahan.

H.1 Agrowisata Bhakti Kencana Pamijahan

Program Pemberdayaan Masyarakat yang dilakukan oleh SEGS selalu mengedepankan kebermanfaatannya bagi masyarakat maupun lingkungan di sekitarnya. Mengingat area operasi SEGS berada di kawasan hutan, maka seyogyanya program pemberdayaan masyarakat yang digulirkan juga untuk mendukung pelestarian lingkungan. Kondisi ekonomi sering membuat masyarakat yang tidak punya pilihan lain untuk melakukan perambahan hutan di Kawasan Taman Nasional. Meski secara jangka pendek hal ini dapat menyelamatkan mereka secara ekonomi, namun dalam jangka panjang menimbulkan berbagai ancaman bencana alam, misalnya longsor dan banjir pada musim penghujan, serta kekeringan pada musim kemarau. Intensitas longsor jika musim penghujan yang sering terjadi juga memerlukan upaya mitigasi agar potensi longsor tersebut dapat diminimalisir. Oleh sebab itu, SEGS bersama-sama dengan masyarakat di Desa Purwabakti, Kecamatan Pamijahan, Kabupaten Bogor mengembangkan program perhutanan rakyat dengan menanam tanaman produktif di kawasan hutan yang telah rusak, sehingga manfaat lingkungan dan ekonominya dapat dicapai. Setelah tertunda akibat pandemic, kegiatan pengembangan desa agrowisata pamijahan yang dirintis sejak 2018 dimulai lagi. Tujuannya adalah menjaga kelestarian lingkungan, meningkatkan kesejahteraan masyarakat, serta meningkatkan ikatan sosial antar masyarakatnya. Ketiga tujuan yang umum disebut sebagai triple bottom line ini didapatkan melalui program Agrowisata tersebut.

Hasil dari Intervensi Bumdes, petani mulai melakukan standarisasi kualitas dengan cara memisahkan hasil panen berdasarkan jenis kopi dan tahun tanam. Petani kopi juga diajarkan untuk melakukan QC (pengendalian kualitas) dengan hanya memanen kopi yang sudah memenuhi tingkat kematangan tertentu.

Selain itu, tentunya tanaman kopi yang ditanam juga berkontribusi dalam penyerapan karbon dioksida (CO₂) sebesar 200 ton CO₂/tahun dan pelepasan oksigen (O₂) sebesar 128 ton/tahun.



Sejak masyarakat mengenal tanaman kopi sebagai salah satu jenis tanaman MPTS (*Multi Purpose Tree Species*) yang memiliki nilai ekonomis, maka pola perilaku masyarakat yang sebelumnya kurang sadar akan pentingnya menjaga lingkungan agar tidak terjadi longsor, kini secara perlahan masyarakat mulai tersadar dan tergerak untuk menanam tanaman MPTS baik berupa kopi maupun yang lainnya.

Gambar H1. Kegiatan Penyerahan mesin pulper

SEGS memberikan bantuan berupa mesin pulper untuk mengupas kulit luar kopi dan mesin huller untuk mengupas kulit ari kopi. Sinergitas ini sebagai wujud komitmen perusahaan untuk terus mendampingi proses kemandirian masyarakat melalui BUMDes. Keberadaan mesin pulper dan huller ini menghemat pengeluaran dan waktu bagi BUMDes dibandingkan jika harus memotong kulit kopi secara manual/ditumbuk. Penghematan ini setara dengan Rp 1.200.000/bulan saat masa panen kopi. Melalui BUMDes, mampu meningkatkan modal sosial berupa korelasi sosial antar masyarakat baik yang merupakan anggota maupun bukan anggota serta penerima manfaat langsung maupun tidak langsung secara mekanis. Prinsip kebersamaan inilah yang menjadi inovasi sosial dalam usaha mengembangkan BUMDes yang mengedepankan potensi lokal agar nantinya menjadi produk nasional berdaya saing unggul. Selain itu, pemanfaatan teknologi digital juga sudah dilakukan oleh BUMDes untuk mendukung pemasaran produk secara *online* di beberapa *marketplace* agar lebih mudah dijangkau oleh masyarakat luas.

H.2 Perpustakaan Taman Pamekar 4.0

Program perpustakaan taman pemekar dilatarbelakangi berdasarkan data yang disampaikan oleh Kepala Bapusipda Jawa Barat (2018) bahwa minat baca masyarakat Jawa Barat masih rendah yaitu Indeks minat baca di Jawa Barat adalah 0,001 atau satu buku dibaca oleh seribu orang atau dari seribu orang yang gemar membaca satu orang. Seiring dengan perkembangan budaya yang semakin berubah cepat, konsep membaca tidak lagi hanya bertumpu pada konteks berpikir atas *textual reading* melainkan sudah merambah ke bidang bacaan nonkonvensional, yang sudah melibatkan dunia informasi dan media elektronik.

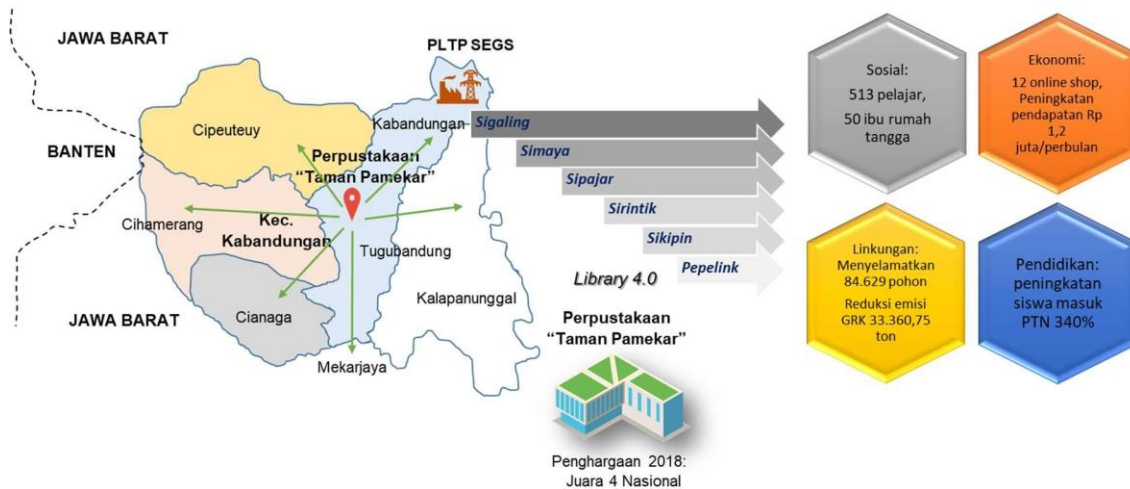
Demografis perpustakaan berada di kaki Gunung Salak yang dikelilingi hutan, perbukitan, dan mayoritas masyarakat bermata pencarian petani. Berdasarkan hasil social mapping 2019 di kecamatan Kabandungan diperoleh masih tingginya ekspektasi masyarakat terhadap pelestarian lingkungan dan perbaikan tingkat pendidikan (status ekonomi-social). Dengan demikian, menumbuhkan minat baca tidak saja dengan meningkatkan fasilitas akses terhadap pustaka, namun juga perlu melibatkan teknologi informasi, memperhatikan kondisi ekologis dan ekspektasi masyarakat sekitarnya.



Gambar H2. Kegiatan SIRINTIK di Perpustakaan Taman Pamekar oleh Bu Lia

Inovasi yang dilakukan adalah pada perubahan subsistem, dengan (1) menyediakan buku

penunjang bagi pelajar sekolah dalam bentuk e-book (kios pintar/SIKIPIN), (2) Memperluas jangkauan perpustakaan dengan perpustakaan keliling (SIGALING), (3) meningkatkan layanan akses internet dengan menyediakan fasilitas computer, printer dan internet (SIRINTIK).



Gambar H3. Program Comdev Perpustakaan Taman Pamekar

Layanan SIKIPIN (Di Sini Tersedia Perpustakaan Digital Kios Pintar) merupakan layanan terbaru dapat mengunduh lebih dari 2.500 judul buku dan soal latihan untuk pelajar SD hingga SMA/SMK melalui mesin ATM Kios Pintar. Sampai dengan saat ini, masyarakat telah mengunduh lebih dari 5,000 buku/tahun*.

Inovasi SIGALING (Siraman Gagasan Berkeliling) petugas perpustakaan akan berkeliling menggunakan kendaraan untuk menjangkau desa-desa lain yang belum memiliki perpustakaan. Petugas perpustakaan aktif juga memberikan edukasi bekerja sama dengan pihak sekolah dan instansi terkait. Sampai dengan saat ini, Taman Pamekar telah menjangkau 6 desa di Kecamatan Kabandungan.

Tersedia juga inovasi yakni SIRINTIK (Disini Tersedia Internet dan TIK) terdapat layanan computer, printer, dan internet gratis di perpustakaan. Fasilitas ini digunakan oleh masyarakat khususnya siswa SMA untuk mengerjakan tugas dan latihan ujian soal masuk ke perguruan tinggi. Dilakukan juga pelatihan marketing online dengan mengundang perusahaan *market place* sebagai narasumber (Bukalapak.com). Di masa pandemik covid- 19 ini keberadaan perpustakaan sangat membantu anak-anak karena adanya internet. Sampai dengan saat ini, Taman Pamekar telah membantu lebih dari 25 siswa setempat sehingga diterima di Perguruan Tinggi.

Perusahaan membantu mendirikan Perpustakaan Taman Pamekar yang dikelola oleh Ibu Lia Yulianti (*Local Hero*) dengan tujuan untuk memperbaiki tingkat pendidikan, literasi dan pemanfaatan teknologi informasi (internet) di kecamatan Kabandungan dan sekitarnya. Ia mengembangkan dan meneruskan keberlanjutan perpustakaan selama 18 tahun sejak awal berdiri. Lia Yulianti selalu menjalin komunikasi dengan perusahaan untuk melaksanakan berbagai inisiatif pengembangan perpustakaan dan meningkatkan layanan perpustakaan dengan berbagai inovasi.

Dalam kaitannya dengan pelestarian lingkungan di Taman Pamekar terdapat inovasi PEPELINK (Perpustakaan Peduli Lingkungan) yang dilakukan sejak tahun 2018 untuk mengedukasi masyarakat tentang pentingnya menjaga kelestarian lingkungan. Kegiatan ini dilakukan dengan melakukan kunjungan ke sekolah-sekolah sekitar untuk memberikan edukasi mengenai kelestarian lingkungan. Kegiatan ini dilakukan oleh perpustakaan dengan menghadirkan narasumber dari perusahaan.

Program Taman Pamekar mempunyai tiga fungsi, yakni fungsi sosial/pendidikan, ekonomi, dan lingkungan. Perpustakaan melayani anggota dari berbagai kalangan mulai pelajar, ibu rumah tangga, remaja, dan masyarakat lainnya. Program SIRINTIK dan SIKIPIN mengurangi penggunaan kertas (buku cetak/ *paperless*). Terjadi peningkatan kesadaran lingkungan di masyarakat sekitar perpustakaan. Selain itu, ibu-ibu tidak lagi membeli majalah dan buku sekolah karena telah tersedia layanan internet.

Perpustakaan Taman Pamekar berhasil memberdayakan 50 ibu rumah tangga, 513 pelajar, 12 *online shop*, dan 34 petani. Terdapat tambahan penghasilan sebesar Rp 1,2 juta per bulan. Sampai bulan Juli 2020, perpustakaan Taman Pamekar telah mempunyai anggota sebanyak 5.600 orang. Telah menyelamatkan kelestarian lingkungan 84.629 pohon atau setara dengan reduksi emisi CO₂ 33.360,75 ton (sesuai hasil Verifikasi External dari Yayasan Kehati).

