



LAPORAN CAPAIAN AKSI MITIGASI (LCAM)

Versi : 7 (Tanggal 12 September 2025)

Periode Pemantauan : 01 Januari 2021 - 31 Desember 2023

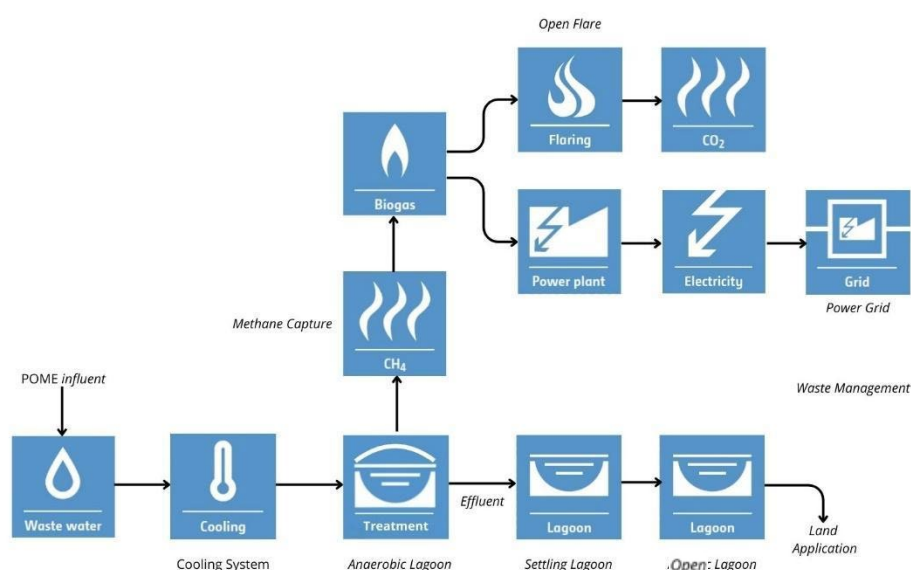
A. Deskripsi Kegiatan	
Judul Kegiatan Aksi Mitigasi:	Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Sukadamai 2,4 MW dari Recovery Biogas pada Pengolahan Limbah POME
Nomor Akun di SRN-PPI:	10-PR-VI-2022-10134
Peserta Skema SPEI:	Mitigasi Energi
Perwakilan/narahubung:	Takdim
Nomor Versi DRAM yang Berlaku:	9
Nomor Versi LCAM:	7
Nomor Periode Penataan Pengukuran:	1
Durasi Periode Penataan Pengukuran:	01/01/2021 – 31/12/2023
Deskripsi Aksi Mitigasi: PT Nagata Bio Energi (PT NBE) telah membangun proyek pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBg) berkapasitas 2,4 MW dengan memanfaatkan limbah cair (palm oil mill effluent, POME) buangan pabrik pengolahan kelapa sawit PT Suryabumi Tunggal Perkasa (PT STP). Lokasi proyek berada di Kecamatan Mantewe, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan. Proyek ini, yang selanjutnya disebut PLTBg Sukadamai, merupakan kegiatan proyek aksi mitigasi greenfield melalui inisiatif pengembangan renewable energy (RE) untuk penyediaan listrik bersih rendah emisi GRK di Kalimantan Selatan. Proyek mulai beroperasi secara komersial (commercial operations date, COD) pada tanggal 25 Agustus 2020. Aktivitas proyek ini dimaksudkan untuk memasok listrik ke jaringan listrik PLN berdasarkan Perjanjian Jual Beli Tenaga Listrik (PJBL) antara PT NBE dengan PT PLN (Persero), ditandatangani pada 25 April 2016. Operasi pembangkit ditetapkan untuk melayani operasi base-load (kontinu 24 jam sepanjang tahun), capacity factor	

(CF) berkisar 80%, jangka waktu kontrak operasi selama 20 tahun, dan untuk menyalurkan listrik dengan kapasitas 2 MW ke jaringan tegangan menengah PLN 20 kV. Bahan baku pembangkit POME segar diperoleh dari keluaran (effluent) pabrik pengolahan kelapa sawit minyak sawit mentah (Crude Palm Oil, CPO) PT STP yang tepat bersebelahan dengan proyek PLTBg Sukadamai. Aktivitas proyek antara PT NBE dan PT STP tersebut diwujudkan dengan skema bisnis build-operate-transfer (BOT) dimana setelah 15 tahun operasi, kepemilikan dan operasional pembangkit akan ditransfer ke PT STP.

Ada dua aksi reduksi emisi GRK yang dihasilkan dari aktivitas proyek PLTBg ini. Pertama, aktivitas proyek ini akan menangkap jumlah metana yang signifikan dari pengolahan limbah POME berasal dari pabrik kelapa sawit dengan mengumpulkan ke genset listrik biogas baru tipe gas engine. Kedua, listrik yang dibangkitkan oleh proyek ini diekspor ke jaringan listrik PLN. Berdasarkan aksi mitigasi ini, terdapat 2 metodologi yang diacu, untuk pengolahan limbah POME mengacu pada MSLI-009 dan untuk listrik terbarukan yang dihasilkan dari biogas mengacu pada MSEP-014.

Berdasarkan 2 metodologi tersebut, skenario baseline yang sesuai untuk aksi mitigasi ini adalah, sebagai berikut:

1. MSLI-009 mengacu pada aksi mitigasi kedua (aksi mitigasi-2), yaitu air limbah industri kelapa sawit yang diolah pada kolam tertutup/*methane capture* dan dilanjutkan dengan aplikasi ke lahan perkebunan kelapa sawit.
2. MSEP-014 mengacu pada aksi mitigasi pertama (aksi mitigasi-1) yaitu mencakup lokasi kegiatan dan semua pembangkit listrik yang terkoneksi ke jaringan listrik yang terhubung dengan PLTBg.



Boundary pada sektor energi pada alur diagram gambar diatas, dimulai atas kegiatan pengolahan biogas menjadi listrik yang dimulai dari methane capture, kemudian ke *schrubber* hingga *gas engine*.

Boundary pada sektor limbah pada alur diagram gambar yang dimulai atas kegiatan pengolahan POME menjadi biogas yang dimulai dari POME inlet, *methane capture* pada kolam anaerobik tertutup, kemudian effluent dialirkan kedalam kolam aerobik hingga *land application*.

Oleh karena itu, kegiatan proyek akan menghindari emisi metana dari pengolahan POME dan menggantikan jumlah listrik yang setara yang seharusnya dihasilkan oleh jaringan listrik yang dominan menggunakan bahan bakar fosil. Karena PLTBg bebas emisi Gas Rumah Kaca (GRK), tenaga yang dihasilkan akan mencegah emisi gas antropogenik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik termal berbasis bahan bakar fosil yang terdiri dari batu bara, BBM dan gas. Oleh karena itu, pembangkitan dari kegiatan yang diusulkan ini adalah sumber non-GRK dan dengan demikian mengurangi proporsi pembangkit berbasis bahan bakar fosil di jaringan, yang pada akhirnya menghasilkan jaringan listrik rendah karbon.

B. Status Implementasi Aksi Mitigasi

Status kegiatan aksi mitigasi:

Jumlah data aktivitas yang telah dilaksanakan oleh aksi mitigasi selama periode pengamatan pengukuran LCAM adalah 10 (sepuluh) data aktivitas, termasuk untuk melakukan aktivitas pemantauan pada:

- Jumlah listrik yang disuplai ke sistem interkoneksi jaringan pada tahun y
- Volume air limbah yang belum diolah yang masuk (inflow) ke digester anaerobik pada tahun y
- Chemical Oxygen Demand dari air limbah yang masuk ke kolam anaerobik tertutup
- Chemical Oxygen Demand dari air limbah yang keluar dari kolam anaerobik tertutup
- Chemical Oxygen Demand dari air limbah yang masuk ke kolam aerobik
- Fraksi volumetrik gas rumah kaca i dalam selang waktu t pada dry basis
- Aliran volumetrik gas yang dibakar pada flare
- Total konsumsi listrik dari sumber j pada tahun y
- Temperatur dari aliran gas
- Tekanan dari aliran gas

Perubahan pada kondisi dan pelaksanaan aksi mitigasi:	Tidak ada Perubahan																
Partisipasi dalam skema sertifikasi lainnya:	Tidak ada																
Ringkasan hasil validasi atau verifikasi sebelumnya:	Berdasarkan proses validasi yang dilakukan oleh lembaga validasi/verifikasi (LVV) terhadap Dokumen Rancangan Aksi Mitigasi (DRAM) Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Sukadamai 2,4 MW dari <i>Recovery Biogas</i> pada Pengolahan Limbah <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME), diperoleh 16 temuan yang terdiri dari 13 temuan PTK, 1 temuan PTS, dan 3 Rekomendasi. Keseluruhan temuan telah direspons dan diselesaikan dengan baik oleh PT NBE. Sehingga tim validasi memberikan kesimpulan bahwa opini yang diterbitkan dalam validasi dengan tingkat materialitas sebesar 5% adalah Positif. Terkait hasil perbandingan nilai reduksi antara nilai reduksi pada DRAM dengan LCAM, terdapat perbedaan yang signifikan pada tahun pertama aksi mitigasi beroperasi, dikarenakan permasalahan operasional terkait produksi listrik atau pengolahan POME yang belum maksimal disebabkan oleh pasokan POME yang belum stabil, namun pada tahun kedua dan ketiga, operasional pasokan POME sudah mulai kembali normal sehingga menyeimbangkan kembali nilai reduksi hasil aksi mitigasi pada LCAM, mendekati proyeksi nilai reduksi pada DRAM yang sudah di validasi. Berikut merupakan tabel perbandingan nilai reduksi antara proyeksi (DRAM) dan aktual aksi mitigasi (LCAM): <table><tr><th colspan="2">Nilai Proyeksi Reduksi Emisi (Ton CO2e)</th><th colspan="2">Nilai Aktual Reduksi Emisi (Ton CO2e)</th></tr><tr><td>Tahun 2021</td><td>49.152</td><td>Tahun 2021</td><td>22.862</td></tr><tr><td>Tahun 2022</td><td>49.152</td><td>Tahun 2022</td><td>51.258</td></tr><tr><td>Tahun 2023</td><td>49.152</td><td>Tahun 2023</td><td>47.799</td></tr></table>	Nilai Proyeksi Reduksi Emisi (Ton CO2e)		Nilai Aktual Reduksi Emisi (Ton CO2e)		Tahun 2021	49.152	Tahun 2021	22.862	Tahun 2022	49.152	Tahun 2022	51.258	Tahun 2023	49.152	Tahun 2023	47.799
Nilai Proyeksi Reduksi Emisi (Ton CO2e)		Nilai Aktual Reduksi Emisi (Ton CO2e)															
Tahun 2021	49.152	Tahun 2021	22.862														
Tahun 2022	49.152	Tahun 2022	51.258														
Tahun 2023	49.152	Tahun 2023	47.799														

	Sehingga, jumlah perkiraan nilai reduksi rata-rata tahunan periode kredit selama 3 tahun pada DRAM tervalidasi adalah 49.152 ton CO ₂ e sedangkan nilai aktual reduksi rata-rata tahunan periode kredit pada LCAM mencapai 40.639 ton CO ₂ e. Sehingga ketercapaian antara nilai proyeksi dengan nilai aktual dari kegiatan reduksi emisi ini sebesar 17% dengan selisih 8.512 tCO ₂ e.
Penyelesaian PTS:	Seluruh temuan, terdiri dari 13 PTK, 1 PTS, dan 3 Rekomendasi, telah diselesaikan dengan baik dan ditutup oleh PT NBE, dengan opini positif.

C. Penerapan metodologi kuantifikasi pengurangan emisi

Judul metodologi yang digunakan:	1. Pemanfaatan Biogas Limbah Cair Industri sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik (MSEP – 014) 2. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (Palm Oil Mill Effluent, POME) Dengan Metode Methane Capture (MSLI – 009) Ekuivalen metodologi: - CDM AMS-I.D. V18 (on-grid) - UNFCCC, Clean Development Mechanism, AMS-III.H. Small scale methodology, Methane Recovery in Wastewater Treatment, Ver.19.
Nomor versi metodologi yang digunakan:	● MSEP – 014: No. SK.36/PPI/IGAS/PPI.2/11/2021; Tgl. 25 November 2021 ● MSLI – 009: No. SK.36/PPI/IGAS/PPI.2/11/2021; Tgl. 25 November 2021
Penerbit metodologi:	Dirjen PPI, KLHK
Penyimpangan terhadap kriteria kelayakan metodologi:	Tidak ada penyimpangan kriteria kelayakan metodologi dengan aksi mitigasi yang dijalankan.

D. Penerapan pengukuran dan pemantauan emisi GRK

Daftar parameter yang dipantau secara <i>ex post</i> :	● Jumlah listrik yang disuplai ke sistem interkoneksi jaringan pada tahun y ● Volume air limbah yang belum diolah yang masuk (inflow) ke digester anaerobik pada tahun y ● Chemical Oxygen Demand dari air limbah yang masuk ke kolam anaerobik tertutup ● Chemical Oxygen Demand dari air limbah yang keluar dari kolam anaerobik tertutup
--	--

	• Chemical Oxygen Demand dari air limbah yang masuk ke kolam aerobik • Fraksi volumetrik gas rumah kaca i dalam selang waktu t pada dry basis • Aliran volumetrik gas yang dibakar pada flare • Total konsumsi listrik dari sumber j pada tahun y • Temperatur dari aliran gas Tekanan dari aliran gas															
Daftar parameter yang dipantau secara <i>ex ante</i> :	• Faktor emisi pembangkit listrik untuk sumber j pada tahun y, dimana j adalah sumber listrik • Faktor koreksi metana untuk sistem pengolahan air limbah pada kondisi baseline • Kapasitas produksi metana dari air limbah • Faktor koreksi untuk memperhitungkan ketidakpastian model • Global Warming Potential metana • Efisiensi COD removal dari sistem pengolahan air limbah i (baseline) • Rata-rata losses teknis transmisi dan distribusi untuk menyediakan listrik dari jaringan pada tahun y • Specific fuel consumption bahan bakar minyak solar • Faktor emisi CO2 bahan bakar minyak solar • Nilai kalor bersih bahan bakar minyak solar • Massa jenis bahan bakar minyak solar • Faktor koreksi metana untuk sistem pengolahan air limbah k (aksi mitigasi) • Faktor koreksi untuk memperhitungkan ketidakpastian model • Capture efficiency dari peralatan penangkapan biogas dalam sistem pengolahan air limbah • Efisiensi flare • Konstanta gas ideal • Massa molekul gas rumah kaca i (CH4)															
Daftar alat pengukuran dan program kalibrasinya:	<table><tr><th>No.</th><th>Nama Alat</th><th>Interval Kalibrasi</th><th>Kalibrasi Terakhir</th><th>Kalibrasi Berikutnya</th></tr><tr><td>1.</td><td>Flowmeter Gas Flaring</td><td>1 sd 3 Tahun</td><td>10 Oktober 2023</td><td>9 Oktober 2024</td></tr><tr><td>2.</td><td>Flowmeter Gas Engine 1</td><td>1 sd 3 tahun</td><td>10 Oktober 2023</td><td>9 Oktober 2024</td></tr></table>	No.	Nama Alat	Interval Kalibrasi	Kalibrasi Terakhir	Kalibrasi Berikutnya	1.	Flowmeter Gas Flaring	1 sd 3 Tahun	10 Oktober 2023	9 Oktober 2024	2.	Flowmeter Gas Engine 1	1 sd 3 tahun	10 Oktober 2023	9 Oktober 2024
No.	Nama Alat	Interval Kalibrasi	Kalibrasi Terakhir	Kalibrasi Berikutnya												
1.	Flowmeter Gas Flaring	1 sd 3 Tahun	10 Oktober 2023	9 Oktober 2024												
2.	Flowmeter Gas Engine 1	1 sd 3 tahun	10 Oktober 2023	9 Oktober 2024												

	3.	Flowmeter Gas Engine 2	1 sd 3 tahun	10 Oktober 2023	9 Oktober 2024
	4.	Flowmeter POME	1 sd 3 tahun	10 Oktober 2023	9 Oktober 2024
	5.	Metering kWh	1 sd 3 tahun	7 Juni 2024	Juni 2025
	6.	Gas Analyzer	1 sd 3 Tahun	21 Mei 2024	Mei 2025
	7.	Alat ukur tekanan	5 Tahun	N/A	November 2024
	8.	Alat ukur suhu	5 Tahun	N/A	November 2024
Penyimpangan terhadap rencana pemantauan:		Tidak ada			

E. Capaian Aksi Mitigasi

Berdasarkan hasil review pada tanggal 12 September 2025, diperbaiki hasil reduksi emisi masing-masing sektor sebagai berikut:

Total Reduksi Emisi Aksi Mitigasi (Sektor Energi dan Limbah)

Tahun Mitigasi	Periode Pemantauan	Kuantifikasi emisi atau peningkatan serapan GRK			Klaim pengurangan emisi /peningkatan serapan GRK (tonCO ₂ e)
		Emisi Baseline (tonCO ₂ e)	Emisi Aksi Mitigasi* (tonCO ₂ e)	Emisi kebocoran atau <i>leakage</i> (tonCO ₂ e)	
1	[01/01/2021] – [31/12/2021]	29.935	7.073	-	22.862
2	[01/01/2022] – [31/12/2022]	65.515	14.257	-	51.258
3	[01/01/2023] – [31/12/2023]	61.236	13.437	-	47.799
Total klaim pengurangan emisi GRK selama durasi kegiatan aksi mitigasi (tonCO ₂ e)					121.919
Rerata pengurangan emisi atau peningkatan serapan GRK per-tahun (tonCO ₂ e)					40.640

*Sudah termasuk penyesuaian ketidakpastian sesuai dengan metodologi yang digunakan.

Reduksi Emisi Sektor Limbah

Tahun Mitigasi	Periode Pemantauan	Kuantifikasi emisi atau peningkatan serapan GRK			Klaim pengurangan emisi /peningkatan serapan GRK (tonCO2e)
		Emisi Baseline (tonCO2e)	Emisi Aksi Mitigasi* (tonCO2e)	Emisi kebocoran atau <i>leakage</i> (tonCO2e)	
1	[01/01/2021] – [31/12/2021]	20.109	7.004	0,00	13.104
2	[01/01/2022] – [31/12/2022]	50.614	14.205	0,00	36.409
3	[01/01/2023] – [31/12/2023]	47.250	13.371	0,00	33.879
Total klaim pengurangan emisi GRK selama durasi kegiatan aksi mitigasi (tonCO2e)					83.392
Rerata pengurangan emisi atau peningkatan serapan GRK per-tahun (tonCO2e)					27.797

*Sudah termasuk penyesuaian ketidakpastian sesuai dengan metodologi yang digunakan.

Reduksi Emisi Sektor Energi

Tahun Mitigasi	Periode Pemantauan	Kuantifikasi emisi atau peningkatan serapan GRK			Klaim pengurangan emisi /peningkatan serapan GRK (tonCO2e)
		Emisi Baseline (tonCO2e)	Emisi Aksi Mitigasi* (tonCO2e)	Emisi kebocoran atau <i>leakage</i> (tonCO2e)	
1	[01/01/2021] – [31/12/2021]	9.827	69	0,00	9.758
2	[01/01/2022] – [31/12/2022]	14.901	52	0,00	14.849
3	[01/01/2023] – [31/12/2023]	13.986	66	0,00	13.920
Total klaim pengurangan emisi GRK selama durasi kegiatan aksi mitigasi (tonCO2e)					38.527
Rerata pengurangan emisi atau peningkatan serapan					12.842

GRK per-tahun (tonCO2e)	
-------------------------	--

*Sudah termasuk penyesuaian ketidakpastian sesuai dengan metodologi yang digunakan.

F. Kontribusi terhadap Pembangunan Berkelanjutan

Keterangan singkat tentang kontribusi aksi mitigasi pada pembangunan berkelanjutan:	Berdasarkan Lampiran 3. Lembar identifikasi dampak dan rencana pemantauan kontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan dokumen DRAM versi 6, dapat terlihat matriks penilaian resiko dampak, dengan deskripsi yang telah dilaksanakan sebagai berikut: • Indikator Ekonomi, sebagai dampak positif pada indikator 2.2 mengenai lapangan kerja. Proyek PLTBg Sukadamai dapat meningkatkan lapangan kerja di sekitar daerah Desa Sukadamai. Kesadaran, partisipasi, dan penerimaan masyarakat memegang peranan kunci dalam menjalankan proyek Pembangkit Listrik Biogas Sukadamai. Sebelum memulai konstruksi pembangkit, upaya penyebaran informasi dan penyelenggaraan rapat umum dianggap sebagai langkah strategis untuk memastikan dukungan penuh dari komunitas setempat terhadap instalasi proyek di wilayah mereka. Jumlah tenaga kerja yang diperlukan selama pelaksanaan konstruksi PLTBg Sukadamai sekitar 30 orang. • Indikator Lingkungan, sebagai dampak negatif pada indikator 1.2 mengenai kuantitas dan kualitas sumber daya alam. Dari hasil pemantauan terhadap kondisi air permukaan, air limbah, udara ambien, dan kebisingan, pelaksanaan aksi mitigasi tidak memberikan dampak buruk pada kuantitas dan kualitas sumber daya alam karena masih memenuhi standar baku mutu, yaitu:
---	---

No	Parameter	Baku Mutu	Satuan	Titik Pantau Hulu	Titik Pantau Hilir
1	pH	6-9	-	7.5	7.1
2	Residu Tersuspensi (TSS)	≤ 50	mg/L	6	24
3	Bau	Tidak Berbau	mg/L	Tidak Berbau	Tidak Berbau
4	Biological Oksigen Demand (BOD)	≤ 3	mg/L	2.7	2.8
5	Chemical Oksigen Demand (COD)	≤ 25	mg/L	8.6	9.1
6	Besi (Fe) Terlarut	-	mg/L	0.07	0.06
7	Mangan (Mn) Terlarut	-	mg/L	0.004	0.004
8	Detergen Total	≤ 0.2	mg/L	<0.018	<0.018
9	Amoniak (NH ₃ -N)	≤ 0.2	mg/L	0.03	0.04
10	Nitrat sebagai N (NO ₂)	≤ 10	mg/L	0.25	0.14
11	Nitrit sebagai N (NO ₃)	≤ 0.06	mg/L	0.02	0.02
12	Sianida (CN ⁻)	≤ 0.02	mg/L	<0.002	<0.002
13	Flourida (F ⁻)	≤ 1.5	mg/L	0.7	0.7
14	Kesadahan (CaCO ₃)	-	mg/L	201.21	261.57
15	Minyak dan Lemak	≤ 1	mg/L	0.3	0.3
16	Total Fosfat sebagai P	≤ 0.2	mg/L	<0.015	<0.015

Sumber : Data Primer, 2023

Selain hal ini, PLTBg juga rutin melakukan pelaporan RKL-RPL berkala 6 bulanan, dan melakukan Upaya pengelolaan dampak yang diantaranya:

1. Menyediakan tempat penampungan limbah padat
 2. Pengelolaan kualitas air buangan dari powerhouse
 3. Membuat TPS limbah di dalam lokasi sesuai standar penyimpanan limbah B3
 4. Menggunakan kendaraan yang layak jalan
 5. Membatasi kecepatan kendaraan (30-60 km/jam)
 6. Truk pengangkut sesuai tonase
 7. Pengaturan operasional kendaraan berat
 8. Kendaraan menggunakan knalpot standar
 9. Menghindari penggunaan klakson yang berlebihan
- Indikator Lingkungan, sebagai dampak negatif pada indikator 1.4 mengenai Kesehatan dan keselamatan tenaga kerja. Peran aktif masyarakat lokal dianggap sangat penting untuk menjamin keberlanjutan proyek ini dalam jangka panjang. Namun, akibat resiko pekerjaan dengan mesin dan alat-alat yang berpotensi berbahaya bagi Kesehatan dan keselamatan kerja PLTBg Sukadamai berupaya untuk mengurangi resiko tersebut dengan memberikan Alat Pelindung Diri (APD) lengkap sesuai resiko dan pelatihan sesuai. Selain itu, pelatihan terkait operasi dan pemeliharaan sistem akan diberikan kepada

teknisi lokal, memberikan mereka pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mengurangi bahaya dan mendukung kelangsungan proyek ini. Dengan demikian, upaya ini tidak hanya memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan, tetapi juga membangun keterlibatan aktif dan dukungan dari masyarakat sekitar.

- Terkait upaya pengelolaan dampak negatif terhadap tenaga kerja, selama periode pemantauan telah diimplementasikan beberapa kali sosialisasi, yang mencakup penyampaian *golden rule* dan implementasi K3L yang telah menjadi standar operasional, simulasi tanggap darurat, prosedur penanganan tumpahan bahan berbahaya beracun (B3) dan limbah B3, termasuk dalam penyediaan alat pelindung diri sesuai potensi bahaya di tempat kerja. Hal ini terus dilakukan secara konsisten untuk mengelola dampak negatif terhadap tenaga kerja dan didokumentasikan dalam bentuk laporan K3.



Simulasi tanggap darurat



Sosialisasi golden rule & K3L



Sosialisasi prosedur penanganan limbah beracun

Selain itu, PLTBg Sukadamai juga telah memberikan kontribusi lainnya yang sesuai dengan elemen SDG, yaitu:

SDG 7 - Energi Bersih dan Terjangkau

1. Memasok listrik dengan pembangkit sebesar 2,4 MW ke jaringan lokal PLN menggunakan biogas dari limbah cair, mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil di wilayah Kalimantan.
2. Mendukung program energi terbarukan di Indonesia dengan pemanfaatan biogas.

SDG 6 – Air Bersih dan Sanitasi

1. Memberikan langkah alternatif pengolahan air limbah agroindustri dengan efisiensi yang lebih tinggi.
2. Memungkinkan pemenuhan yang lebih baik terhadap standar pembuangan akhir air limbah, sehingga mengurangi risiko kontaminasi air.
3. Mengurangi bau dan bahaya kesehatan yang dapat ditimbulkan apabila menggunakan sistem pengolahan air limbah dengan kolam terbuka.
4. Mengurangi emisi GRK, sehingga dapat meningkatkan kualitas udara.

Penyimpangan terhadap rencana pemantauan kontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan:

Aksi mitigasi ini tidak terdapat penyimpangan terhadap rencana pemantauan kontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan

G. Analisis Permanensi*	
Risiko non permanensi:	-
Penyimpangan terhadap kondisi dan asumsi dalam analisa risiko non permanensi:	-
Status Permanensi:	Proyek tidak terkategori aksi yang dikenakan buffer permanensi.

*Khusus untuk sektor kehutanan dan sektor lain yang mempunyai risiko non permanensi.

H. Pengelolaan Mutu Data dan Informasi GRK		
Struktur pelaksana pemantauan dan pelaporan:	Manajer Operation & Maintenance (O&M)	Peranan - Memastikan integrasi data, parameter dan perhitungan penurunan emisi dilakukan sesuai kaidah dan pedoman pencatatan dan informasi GRK - Bertanggung jawab untuk melaporkan pencapaian kepada manajemen dan stakeholder terkait. Kompetensi - Mengetahui proses bisnis dan cara kerja <i>Power Plant</i> berikut komponen peralatan pendukungnya - Berpengalaman mengelola <i>Power Plant engine reciprocating</i> - Membuat anggaran dan mampu meningkatkan efektivitas penggunaan anggaran - Mengetahui kaidah kontrak operasi dan maintenance dan risikonya - Mengetahui regulasi HSE (health, safety and environment) dan proaktif mengidentifikasi dan memperbaiki kondisi kerja yang memiliki potensi bahaya

	Team Leader Operation & Maintenance (O&M)	Peranan - Meninjau dan mengkonfirmasi data awal yang dikumpulkan, digabung, dan perhitungan penurunan emisi yang dilakukan oleh teknisi. - Membantu teknisi selama proses verifikasi. - Memastikan seluruh data dan parameter yang terkait perhitungan emisi sesuai dengan pedoman pencatatan dan informasi gas rumah kaca. - Bertanggung jawab untuk melaporkan hal-hal berikut kepada manajemen: - o Estimasi penurunan emisi selama periode monitoring - o Hasil verifikasi Kompetensi - Mengetahui proses dan cara kerja <i>Biogas Power Plant</i> berikut komponen peralatan pendukungnya - Berpengalaman mengelola Power Plant engine reciprocating - Membuat anggaran dan mampu meningkatkan efektivitas penggunaan anggaran di lapangan - Mengetahui kaidah dan target kontrak operasi dan maintenance serta resikonya - Mengetahui regulasi HSE (health, safety and environment) dan proaktif mengidentifikasi dan memperbaiki kondisi kerja yang memiliki potensi bahaya di lapangan
	Staff Operation & Maintenance	Peranan - Mengoperasikan pembangkit sesuai dengan spesifikasi dan tugas diberikan

	(O&M) Lapangan - Melakukan monitoring pada titik monitoring sekitar pembangkit - Melakukan perawatan rutin dan perbaikan apabila dibutuhkan Pengumpulan data - Mengumpulkan data tentang parameter yang dimonitor sesuai dengan rencana monitoring. - Melapor ke manajer pabrik jika ada data abnormal. Pengarsipan data - Mengikuti protokol dan prosedur rutin yang telah ditetapkan, yaitu entri data, ekstraksi, serta pelaporan yang baik dan profesional dengan tujuan untuk memaksimalkan transparansi pengarsipan data. - Pengumpulan dan analisis data, baik yang bersifat fisik maupun non-fisik, yang melibatkan retensi data selama periode 10 tahun. - Data untuk berbagai parameter akan dikumpulkan dan digunakan dalam perhitungan penurunan emisi. Kompetensi - Memiliki kemampuan untuk mengikuti prosedur kerja sesuai standar yang ditetapkan dalam panduan termasuk pencatatan dan penyimpanan data informasi GRK - Mempunyai kemampuan komunikasi yang baik - Memiliki orientasi tinggi terhadap pelanggan - Mengetahui pengoperasian pembangkit, baik proses maupun kontrol peralatannya - Mengetahui dasar manajemen keselamatan kerja di lapangan
--	---

	Staf Gas Rumah Kaca (GRK) Peranan - Melakukan koordinasi antar departemen terkait data-data operasi pembangkit - Memantau setiap aktivitas laporan operasi terkait penghitungan penurunan GRK - Menghitung dan melaporkan capaian penurunan GRK dari aktivitas operasi pembangkit Kompetensi - Memiliki kemampuan untuk mengikuti prosedur kerja sesuai standar yang ditetapkan dalam panduan - Mempunyai kemampuan mengidentifikasi dan mengkuantifikasi GRK - Pernah mengikuti pelatihan terkait GRK - Mengetahui dasar manajemen keselamatan kerja di lapangan
Prosedur pelaksanaan pemantauan dan pelaporan:	Pengumpulan Data 1. Sebelum dilakukan Pemantauan dan Pelaporan, dilakukan persiapan terlebih dahulu dengan pengecekan kesesuaian sistem pada SCADA. 2. Setelah system SCADA sudah sesuai, maka dapat dilakukan pengambilan data dari SCADA di export dan frekuensi pengambilan data manual disesuaikan dengan daftar log-sheet monitoring. 3. Pada saat pengambilan data, perlu dipastikan selalu pengambilan data dilakukan dengan tepat dan selalu Cross Check data aktual di lapangan dengan data di SCADA monitoring. 4. Data yang dicatat adalah: - Hasil Pengukuran COD - POME Inflow - Produksi Biogas - Import Listrik (kWh) - Export Listrik (kWh) - Fraksi Metana - Komposisi Biogas 5. Untuk data produksi ekspor dan import listrik setiap awal bulan melakukan pelaporan kWh

	opname ke RCC, PLN BTL, <i>Management</i> & Site Leader Biogas. Pengolahan Data, Perhitungan, dan Pelaporan Selanjutnya pengolahan data, perhitungan dan pelaporan (LCAM) akan dilakukan oleh Staf Gas Rumah Kaca (GRK). Staf GRK akan melakukan pengolahan dan perhitungan data berdasarkan data yang telah dicatat oleh staf O&M lapangan, dan telah melalui proses QA/QC Team Leader dan Manajer O&M. Pengolahan dan perhitungan data capaian aksi mitigasi dilakukan dengan menggunakan metodologi yang telah ditetapkan, metodologi yang akan dipakai yaitu MSEP-014 dan MSLI-009, dengan parameter-parameter yang telah disepakati. Setelah dilakukan pengolahan data dan perhitungan, staf GRK akan memeriksa apabila terdapat keabnormalan hasil perhitungan, jika ada maka staf GRK akan melaporkan kepada Manajer O&M dan akan berkoordinasi dengan Team Leader O&M apabila terdapat faktor lapangan yang dapat menjelaskan keabnormalan hasil perhitungan tersebut. Jika perhitungan sudah selesai maka hasilnya akan dimasukkan ke dalam Laporan Capaian Aksi Mitigasi (LCAM) sesuai dengan periode pencatatan yang telah disepakati.
Penyimpangan terhadap struktur pelaksana dan pengoperasian pemantauan:	-
Pengisian data hilang:	Pengisian data yang hilang dilakukan untuk data COD POME pada bulan Februari 2021. Hal ini dikarenakan pada bulan tersebut terjadi shutdown di PLTBg Sukadamai dan stok reagent pengujian sampel COD POME habis dan dalam proses pengadaan, sehingga tidak ada data yang tercatat dalam sistem. Untuk mengisi data yang hilang ini, dilakukan interpolasi linier COD POME menggunakan data produksi listrik gross tahun 2021. Perhitungan ini bertujuan untuk mengisi data COD POME, COD pada CB3, dan COD pada CB4. Pengisian data yang hilang hanya dilakukan untuk data COD pada bulan Februari 2021, sementara pada bulan lainnya tidak terdapat data yang hilang.

I. Hambatan dan Tantangan dalam Pelaksanaan

- Hambatan dan tantangan yang dihadapi oleh pengembang dalam proses pembangunan PLTBg ini berupa biaya investasi yang cukup tinggi sebesar 60,7 Milyar akibat pembuatan digester dan mesin untuk *power plant* dengan IRR 10,7% dimana turun dari perkiraan yang dirumuskan dalam Feasibility Study, sehingga memerlukan tambahan biaya untuk pembangunan proyek.
- Hambatan lain dalam pelaksanaan di fase operasi adalah adanya fluktuasi jumlah ketersediaan limbah POME sebagai bahan baku utama untuk menjadi gas yang digunakan sebagai umpan gas engine yang di konversi menjadi energi Listrik. Koordinasi secara intensif terus dilakukan dengan mitra Pabrik Kelapa Sawit (PKS) untuk mendorong agar produksi olah buah sawit dapat terus konsisten sesuai rencana produksi tahunan.

J. Lampiran

J.1. Tabel 1. Hasil Pemantauan Parameter yang dimonitor (*ex post*)

No.	Parameter	Deskripsi	Nilai	Satuan	Sumber data	Metode dan prosedur pengukuran	Frekuensi monitoring	Keterangan lainnya
1	PLPJ _y	Jumlah listrik yang disuplai ke sistem interkoneksi jaringan pada tahun y	2021: 7.768 2022: 11.641 2023: 10.926	MWh	kWh meter	Parameter ini harus dipantau menggunakan pengukur listrik dua arah jika terjadi pembelian listrik dari sistem interkoneksi untuk dihitung sebagai perbedaan antara: (a) jumlah listrik yang dipasok PLTBg ke sistem interkoneksi; dan (b) jumlah listrik yang dibutuhkan aksi mitigasi dari sistem interkoneksi	Secara rutin, diukur setiap jam, dan minimal dilaporkan sebulan sekali	Kalibrasi kWh meter sudah dilakukan
2	Qww _y	Volume air limbah yang belum diolah yang masuk (inflow) ke digester anaerobik pada tahun y	2021: 79.035 2022: 145.805 2023: 163.154	m ³ /tahun	Operator PLTBg	Volume meter	Total dalam setahun	Kalibrasi Flow Meter sudah dilakukan

3	COD inflow _y	Chemical Oxygen Demand dari air limbah yang masuk ke kolam anaerob tertutup	2021: 0,083 2022: 0,111 2023: 0,099	tCOD/ m ³	Sampel represent atif	Sampel COD diuji pada laboratorium internal Nilai yang digunakan adalah rata- rata sampling dengan tingkat confidence 90 dan tingkat presisi 10 atau 90/10	Secara berkala (setiap bulan)	Nilai ini juga digunakan pada perhitung an CODremo ved,PJ,k,y
4	COD outflow _y	Chemical Oxygen Demand dari air limbah yang keluar dari kolam anaerobik tertutup	2021: 0,015 2022: 0,018 2023: 0,022	tCOD/ m ³	Sampel represent atif	Sampel COD diuji pada laboratorium internal Nilai yang digunakan adalah rata- rata sampling dengan tingkat confidence 90 dan tingkat presisi 10 atau 90/11	Secara berkala (setiap bulan)	Nilai ini juga digunakan pada perhitung an CODremo ved,PJ,k,y
5	COD discharge _y	Chemical Oxygen Demand dari air limbah yang masuk ke kolam aerobik	2021: 0,007 2022: 0,015 2023: 0,018	tCOD/ m ³	Sampel represent atif	Sampel COD diuji pada laboratorium internal Nilai yang digunakan adalah rata- rata sampling dengan tingkat confidence 90 dan tingkat presisi 10 atau 90/10	Secara berkala (setiap bulan)	-
6	wCH ₄	Fraksi volumetrik gas rumah kaca i	2021: 0,52 2022: 0,59	-	Penguku ran langsung	Menggunaka n Gas Analyzer	Secara terus menerus	Kalibrasi Gas Analyzer

		dalam selang waktu t pada dry basis	2023: 0,51					sudah dilakukan
7	BG _{burnt,y} (aliran flare)	Aliran volumetrik gas yang dibakar pada flare	2021: 381.523 2022: 1.247.202 2023: 1.278.820	Nm ³	Penguku ran langsung	Menggunaka n flowmeter	Secara terus menerus ketika flare beroperasi	Kalibrasi Flow Meter sudah dilakukan
8	KLPJ _y	Total konsumsi listrik dari sumber j pada tahun y	2021: 49,6 2022: 36,9 2023: 47,4	MWh	Penguku ran langsung	Menggunaka n kWh meter	Secara terus menerus ketika listrik dari PLN dan diesel genset digunakan yaitu pada kondisi abnormal	Kalibrasi kWh Meter sudah dilakukan
9	T _t	Temperatu r dari aliran gas	2021: 309,2 2022: 309,2 2023: 311,1	K	Penguku ran langsung	Menggunaka n alat ukur temperatur digital	Secara terus menerus	-
10	P _t	Tekanan dari aliran gas	2021: 10,7 2022: 9,9 2023: 9,7	kPa	Penguku ran langsung	Menggunaka n alat ukur tekanan digital	Secara terus menerus	-

J.2. Tabel 2. Parameter yang ditetapkan (*ex ante*)

No.	Parameter	Deskripsi	Nilai	Satuan	Sumber data	Keterangan lainnya
1	FEG _y	Faktor emisi pembangkit listrik (<i>ex-ante</i>) untuk grid sumber listrik Kalimantan Selatan pada tahun y	1,25	tCO ₂ /MWh	Publikasi Ditjen Ketenagalistrikan, KESDM, Tahun 2019 Faktor Emisi menggunakan Combine Margin kawasan Barito	Menggunakan data GATRIK terbaru yaitu tahun 2019

2	$MCF_{ww,treatment, BL,i}$	Faktor koreksi metana untuk sistem pengolahan air limbah pada kondisi baseline	0,8	-	Tabel 2 dalam AMS-III. H (Versi 19), CDM	-
3	Bo_{ww}	Kapasitas produksi metana dari air limbah	0,25	kgCH ₄ /kgCOD	IPCC (2006): Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5, Bab 6, Tabel 6.2.	-
4	UFBL	Faktor koreksi untuk memperhitungkan ketidakpastian model	0,89	-	Publikasi IPCC (2003): Report of the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice on Its Eighteenth Session: Addendum 2. Nomor:FCCC/SBSTA/2003/10/Add.2, halaman 25	-
5	GWP_{CH_4}	Global Warming Potential metana	21	tCO ₂ /tCH ₄	Publikasi IPCC AR2: Climate Change: The Physical Science Basis	-
6	$nCOD_{BL,i}$	Efisiensi COD removal dari sistem pengolahan air limbah i (baseline)	79	%	Pengukuran langsung Mei 2022 – April 2023	Data 2022-2023 digunakan sebagai referensi efisiensi COD removal karena periode sebelumnya belum mencerminkan kondisi optimal operasi pembangkit, termasuk produksi listrik di periode tersebut.
7	TDL_y	Losses transmisi dan distribusi jaringan listrik setempat (interkoneksi jaringan listrik PLN)	9,35	Fraksi	PLN dan pengelola interkoneksi jaringan listrik Tahun 2019	Nilai ini digunakan karena nilai untuk tahun 2020 belum dipublikasikan
8	$MCF_{ww,treatment,PJ,k}$	Faktor koreksi metana	0,8	-	Metodologi MSLI-009.	-

		untuk sistem pengolahan air limbah k (aksi mitigasi)				
9	UFPJ	Faktor koreksi untuk memperhitungkan ketidakpastian model	1,12	-	Metodologi MSLI-009.	-
10	CFE_{ww}	Capture efficiency dari peralatan penangkapan biogas dalam sistem pengolahan air limbah	0,9	-	Metodologi MSLI-009.	-
11	n_{flare}	Efisiensi flare	0,5	-	Sistem flaring yang digunakan adalah flare terbuka, sehingga digunakan nilai default 0,5	-
12	R_u	Konstanta gas ideal	8.314,46	-	Nilai default	-
13	MM_i	Massa molekul gas rumah kaca i (CH_4)	16,04	kg/kmol	Araye, dkk. Sustainability MDPI. "Evaluation of the Methane (CH_4) Generation Rate Constant (k Value) of Municipal Solid Waste (MSW) in Mogadishu City, Somalia", 2023, 15, 14531	-

Riwayat Dokumen:

Versi	Tanggal	Keterangan
1	3 Oktober 2024	Melakukan penambahan informasi pada bagian: 1. Jumlah data aktivitas pada penulisan status kegiatan aksi mitigasi 2. Alat pengukuran tekanan dan suhu, serta program kalibrasinya 3. Penjelasan singkat terkait upaya pengelolaan dampak negatif terhadap tenaga kerja beserta foto bukti pendukung dan melakukan perbaikan perhitungan pada: 1. Klaim total pengurangan emisi /peningkatan serapan GRK akibat perbaikan pada penggunaan nilai GWP dan data referensi <i>Tansmission & Distribution Losses</i> yang diterbitkan oleh DJK terkini
2	17 Oktober 2024	Melakukan penyesuaian format dan melakukan perbaikan perhitungan pada klaim total nilai reduksi emisi
3	17 Desember 2024	Melakukan penambahan informasi pada bagian: 1. Informasi tanggal pada cover LCAM 2. Informasi Ringkasan hasil validasi atau verifikasi sebelumnya terkait perbandingan proyeksi nilai reduksi dan aktual nilai reduksi
4	6 Februari 2025	Melakukan perbaikan terhadap perhitungan Reduksi Emisi berdasarkan hasil review emilik skema sertifikasi pengurangan emisi GRK Indonesia (SPEI) pada bagian: 1. Pemisahan Tabel Reduksi Emisi (Sektor Energi dan Limbah) 2. Perubahan penggunaan GWP AR6 kembali menjadi GWP AR5 3. Penjelasan lebih detail terkait dampak pembangunan berkelanjutan 4. Penjelasan lebih detail terkait batasan proyek

5	28 Maret 2025	Melakukan perbaikan terhadap narasi substansi aksi mitigasi dan perhitungan Reduksi Emisi berdasarkan hasil review pemilik skema sertifikasi pengurangan emisi GRK Indonesia (SPEI) pada bagian: 1. Perubahan penggunaan GWP AR5 kembali menjadi GWP 21 (SAR) 2. Narasi lebih detail terkait penomoran dampak pembangunan berkelanjutan (SDG) 3. Penjelasan lebih detail terkait batasan proyek 4. Perbaikan kata 1) landfill menjadi land application, dan 2)
6	7 Agustus 2025	1. Perbaikan pada Lampiran 2 Lembar Pemantauan Aksi Mitigasi Tabel 1. Parameter yang dimonitor, dimana nilai COD outflow dan COD discharge tidak konsisten dengan nilai yang ada pada dokumen Final Lembar Kerja DRAM PLTBg Sukadamai_res3 (280325). 2. Pemisahan nilai reduksi emisi ke dalam sektor energi dan sektor limbah hal ini disebabkan dalam pemisahan yang dilakukan yang seharusnya proyek emisi sektor energi (MSEP-014) hanya emisi proyek yang terjadi akibat pembelian listrik dari jaringan PLN.
7	12 September 2025	Perbaikan hasil perhitungan reduksi emisi