DOKUMEN RANCANGAN AKSI MITIGASI (DRAM)

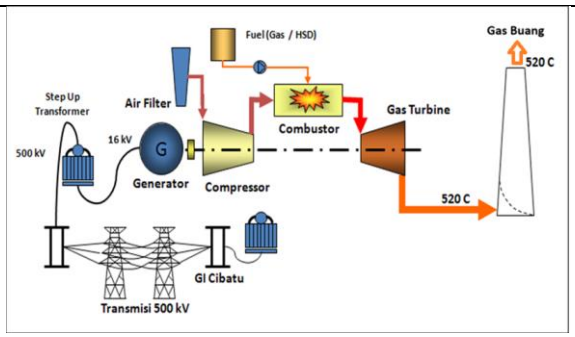
A. Penjelasan tentang aksi yang diusulkan

A.1. Judul kegiatan

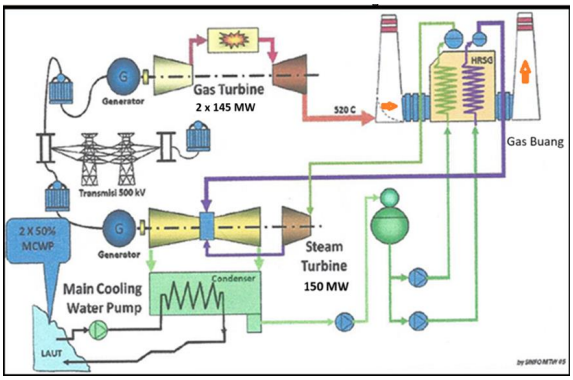
Konversi dari pembangkit single cycle menjadi combined cycle Blok 2 PLN NP UP Muara Tawar

A.2. Penjelasan umum aksi dan teknologi yang diterapkan

Status Kegiatan	Kegiatan mitigasi sudah berjalan sejak 31 Desember 2022 dengan 3 tahun sebelum aksi mitigasi tidak ada major retrofit
Tujuan Umum	Program Konversi s*ingle cycle* menjadi *combined cycle* Blok 2 dibangun atas kenaikan kebutuhan listrik di pulau jawa yang meningkat yang setiap tahunnya meningkat sebesar ± 7,8%. Dengan dibangunnya proyek konversi s*ingle cycle* menjadi *combined cycle* Blok 2 maka akan membantu penambahan cadangan putar listrik sebesar 150 MW. Peningkatan kapasitas Blok 2 sebesar 150 MW sehingga total kapasitas Blok 2 meningkat dari 290 MW menjadi 440 MW. Peningkatan kapasitasi ini dilakukan dengan tanpa perlu dilakukan penambahan bakar fosil sehingga mampu untuk mengurangi emisi yang dihasilkan.
Tujuan Khusus dan Deskripsi Aksi	Proyek konversi single cycle (PLTG) menjadi combine cycle (PLTGU) memanfaatkan panas buang diproses untuk menghasilkan uap guna mengoperasikan turbin uap yang menghasilkan listrik. Keandalan atau kelebihan sebelum perubahan terjadinya *combined cycle* ataupun belum tersedia di single cycle diantaranya : 1. Meningkatkan efisiensi pembangkit yang sebelumnya single cycle (PLTG) sebesar ± 30% menjadi combine cycle (PLTGU) ± 40% 2. Menurunkan intensitas emisi menjadi lebih kecil yang sebelumnya single cycle (PLTG) sebesar 0,68 tCO2eq/MWh menjadi combine cycle (PLTGU) sebesar 0,43 tCO2eq/MWh. Hal ini disebabkan adanya peningkatan produksi listrik tanpa penambahan bahan bakar. Kondisi single cycle terdiri dari 2 Gas Turbin dan 2 Generator dengan spesifikasi: 1. Gas Turbin berasal dari pabrikan ABB tipe GT13E2 yang dibuat pada tahun 1995 dengan kapasitas terpasang 2 x 145 MW 2. Generator berasal dari pabrikan ABB dengan tipe WY21Z-092LLT dengan daya nominal 182750 kVA yang dibuat pada tahun 1994



Gambar 1. Diagram Alir Proses Single Cycle UP Muara Tawar



Gambar 2. Diagram Alir Proses Combined Cycle UP Muara Tawar

Pada konversi single cycle (PLTG) menjadi combine cycle (PLTGU) yaitu dilakukan penambahan beberapa alat seperti :

1. HRSG (*Heat Recovery Steam Turbine*) yaitu peralatan yang berfungsi untuk menangkap panas sisa gas buang yang digunakan untuk memanaskan air yang akan digunakan untuk memutar turbin. HRSG berasal dari parikan Nooter Eriksen dengan tipe aliran horizontal dengan kapasitas gas masuk 1779,8 kg/detik, kapasitas maksimum produksi uap *superheat* 170,81 ton/jam.
2. Steam turbine berjenis two casing condensing turbines double pressure with reheat dengan kapasitas 150 MW dan ST Model DST-S10/S20
3. Generator dan Steam Turbin berasal dari Doosan-Skoda Power dengan lifetime selama 200.000 operating hours (sekitar 25 tahun). Turbin Uap dirancang 3000-rpm, double pressure, tandem-compound, kondensasi, tipe non reheat yang terdiri dari aliran turbin tekanan tinggi dan aliran tekanan rendah. Sedangkan untuk Generator menggunakan model DGEN-H 5V34 dengan frekuensi 50 Hz, kapasitas 209.500 kVA, dan rated output 167,600 kW.

A.3. Identitas Peserta Skema SPEI

Organisasi/Entitas	PT PLN Nusantara Power UP Muara Tawar
Jenis Organisasi/Entitas	Perusahaan Listrik Negara (BUMN)
Peran dalam Aksi Mitigasi	Pemilik dan Pelaksana
Bagian Kepemilikan SPE-GRK:	100%
Nama perwakilan	Riski Aditya
Jabatan	Assistant Manager Lingkungan
Telepon	082141644709
Email	riski.aditya@pln.co.id
Website	pln.co.id
Alamat	Jl. PLTGU Muara Tawar Nomor 1 Ds Segarajaya
Kecamatan	Tarumajaya
Kabupaten/Kota	Kabupaten Bekasi
Provinsi	Jawa Barat
Kode Pos	17212

A.4. Identitas Perwakilan dan Narahubung

Organisasi	PT PLN Nusantara Power UP Muara Tawar
Nama lengkap	Riski Aditya
Jabatan	Assistant Manager Lingkungan
Handphone	082141644709
Email	riski.aditya@pln.co.id

A.5. Lokasi aksi mitigasi, termasuk koordinat lintangnya

Dusun/ Desa/ Kelurahan	Desa Segarajaya
Kecamatan	Tarumajaya
Kabupaten / Kota	Kabupaten Bekasi
Provinsi	Jawa Barat
Kode Pos	17212
Longitude/Latitude	6º05’09.8”S 106º59’54.0”E

A.6. Durasi Proyek

Tanggal Mulai Durasi Proyek	1 Januari 2023
Durasi Proyek yang Dipilih	7 Tahun

A.7. Kontribusi untuk Pembeli Kredit GRK:

Tidak ada

A.8. Analisa *Additionality*

Tanggal mulai aksi mitigasi	1 Januari 2023
Apakah aksi mitigasi ini diwajibkan oleh kebijakan pemerintah?	Tidak diwajibkan oleh pemerintah Indonesia
Hambatan pelaksanaan	Hambatan yang dapat mempengaruhi pelaksanaan dari kegiatan aksi mitigasi yaitu ketersediaan suplai gas UP Muara Tawar berasal dari lapangan gas di Sumatera Selatan namun ketersediaannya sudah mulai menipis, semakin langka, dan tidak dapat digunakan untuk jangka panjang sehingga PLN harus mencari pasokan gas lainnya. salah satu langkah yang diambil oleh PLN yaitu pemanfaatan suplai gas dari FSRU (*Floating Storage Regasification Unit*) Lampung yang dioperasikan oleh PGN namun harga ketersediaannya cukup tinggi sehingga dilakukan kesepakatan bersama untuk pemanfaatan FSRU dan penyalurannya. Berdasarkan kesepakatan tersebut maka biaya yang dikeluarkan UP Muara Tawar untuk pemanfaatan gasnya yaitu sebesar 2,32 USD / MMBTU belum termasuk PPN. Maka dengan dilakukan aksi mitigasi ini dan didaftaran sebagai SPEI maka harapannya dengan pendapatan dari perdagangan karbon ini mampu untuk mensubsidi biaya penyediaan bahan bakar gas.

A.9. Lain-lain

-

B. Penerapan metodologi yang telah disetujui

B.1. Pemilihan Metodologi

Judul metodologi	Konversi dari pembangkit *single cycle* menjadi *combined cycle*
Jenis metodologi yang digunakan	Metodologi yang ditetapkan Dirjen PPI KLHK dengan nomor SK Dirjen Nomor. SK.38/PPI/IGAS/PPI.2/11/2020 pada tanggal 20 November 2020 dengan kategori penerapan teknologi energi bersih (MSEP-008)
Nomor metodologi	MSEP-008

B.2. Penjelasan bagaimana aksi mitigasi memenuhi kriteria/persyaratan dari metodologi yang digunakan

No.	Kriteria kelayakan penerapan metodologi	Pelaksanaan oleh Peserta Skema SPEI
1.	Unit-unit pembangkit mempunyai data historis operasi sedikitnya 1 (satu) tahun tanpa major retrofit, dan sedikitnya satu unit pembangkit mempunyai data historis operasi lebih dari 3 (tiga) tahun tanpa major retrofit	PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Muara Tawar mempunyai data historis operasi Blok 2 dalam 3 tahun terakhir sejak tahun 2019-2021 tanpa major retrofit
2.	jika satu unit pembangkit mempunyai data historis operasi kurang dari 3 (tiga) tahun, semua unit pembangkit aksi mitigasi	PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Muara Tawar mempunyai data historis operasi Blok 2 selama 3 tahun dan tidak kurang dari 3 tahun

No.	Kriteria kelayakan penerapan metodologi	Pelaksanaan oleh Peserta Skema SPEI
	didisain dan diujikan untuk beroperasi dalam single cycle. Ini harus dibuktikan oleh peserta aksi mitigasi dengan memberikan dokumen yang relevan, seperti diagram proses asli dan skema dari konstruksi pembangkit, izin-izin, dan/atau dilakukan pengecekan di lokasi sebelum implementasi dari aksi mitigasi	
3.	Selama 3 (tiga) tahun terakhir sebelum implementasi dari aksi mitigasi dan selama pelaksanaan aksi mitigasi, unit-unit pembangkit aksi mitigasi hanya menggunakan jenis bahan bakar sebagai berikut: a) bahan bakar fosil; dan/atau b) campuran dari bahan bakar fosil dan bahan bakar nabati, dimana pencampuran bahan bakar nabati dalam bahan bakar fosil di luar kontrol pelaksana aksi mitigasi (seperti adanya aturan wajib untuk mencampurkan biodiesel dengan bahan bakar minyak atau biogas dengan bahan bakar gas). Tetapi, penggunaan bahan bakar nabati tidak termasuk dalam metodologi ini.	PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Muara Tawar Blok 2 hanya menggunakan bahan bakar fosil berupa gas alam dan minyak selama 3 tahun terakhir sebelum implementasi dari aksi mitigasi dan selama pelaksanaan aksi mitigasi
4.	Jenis bahan bakar fosil yang digunakan oleh unit pembangkit aksi mitigasi juga digunakan selama 3 (tiga) tahun terakhir sebelum implementasi aksi mitigasi, kecuali, jika diperlukan, konsumsi bahan bakar auxiliary (start-up) yang tidak melebihi 3% terhadap total konsumsi bahan bakar (diukur berdasarkan energi).	PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Muara Tawar Blok 2 mengkonsumsi bahan bakar auxiliary rata-rata sebanyak 0.5% terhadap total konsumsi bahan bakar selama 3 tahun terakhir sebelum implementasi aksi mitigasi.

C. Perhitungan penurunan emisi

C.1. Deskripsi Skenario Baseline

Skenario baseline merupakan produksi listrik dari operasi unit-unit pembangkit dengan *single cycle* dan pembangkit yang terkoneksi dengan sistem interkoneksi tenaga listrik. Aksi mitigasi dengan pembangkit listrik *combined cycle* akan menggantikan sebagian produksi listrik skenario baseline untuk pembangkit listrik *single cycle*.

C.2. Semua sumber emisi/serapan GRK-nya yang berkaitan dengan aksi mitigasi dalam skema SPEI

	Sumber Emisi	Emisi GRK	Termasuk/ Tidak	Justifikasi/Penjelasan
Baseline	Emisi dari pembangkit listrik single cycle berbahan bakar fosil sebelum penerapan aksi mitigasi	**CO_2**	Termasuk	Emisi utama yang berasal dari emisi baseline (BEy) dihitung berdasarkan emisi dari rata-rata jumlah listrik yang digunakan selama tiga tahun histori dari pembangkit listrik single cycle berbahan bakar fosil sebelum penerapan aksi mitigasi dan semua pembangkit listrik berbahan bakar fosil yang terkoneksi ke sistem interkoneksi JAMALI tenaga listrik yang terhubung dengan pembangkit listrik yang melakukan aksi mitigasi
		CH_4	Tidak	Perhitungan disederhanakan hanya pada emisi utama sehingga untuk parameter dikarenakan nilai emisi CH4 sangat kecil yaitu <1% berdasarkan perhitungan Apple Gatrik sehingga tidak dimasukkan ke perhitungan
		N_2O	Tidak	Perhitungan disederhanakan hanya pada emisi utama sehingga untuk parameter dikarenakan nilai emisi N2O sangat kecil yaitu <1% berdasarkan perhitungan Apple Gatrik sehingga tidak dimasukkan ke perhitungan
	Emisi akibat proses produksi listrik yang disalurkan ke jaringan	**CO_2**	Termasuk	Sumber emisi utama
		CH_4	Tidak	Sumber emisi de minimis sehingga dapat diabaikan
		N_2O	Tidak	Sumber emisi de minimis sehingga dapat diabaikan
Proyek (Kegiatan Aksi Mitigasi)	Emisi dari kegiatan konversi *single cycle* menjadi *combined cycle* Blok 2	**CO_2**	Termasuk	Emisi utama yang merupakan emisi aksi mitigasi (EPy) dihasilkan dari pembakaran gas bumi/Liquified *Natural Gas (LNG)* untuk membangkitkan listrik di aksi mitigasi. Untuk menghitung emisi aksi mitigasi (EPy) mengacu pada versi terbaru yang disetujui dari "*Tool to calculate project or leakage*

	Sumber Emisi	Emisi GRK	Termasuk/ Tidak	Justifikasi/Penjelasan
				CO_2 emissions from fossil fuel combustion".
		CH_4	Tidak	Perhitungan disederhanakan hanya pada emisi utama sehingga untuk parameter dikarenakan nilai emisi CH4 sangat kecil yaitu <1% berdasarkan perhitungan Apple Gatrik sehingga tidak dimasukkan ke perhitungan
		N_2O	Tidak	Perhitungan disederhanakan hanya pada emisi utama sehingga untuk parameter dikarenakan nilai emisi N2O sangat kecil yaitu <1% berdasarkan perhitungan Apple Gatrik sehingga tidak dimasukkan ke perhitungan
Leakage	Emisi yang terkait dengan ekstraksi, produksi, transportasi, distribusi dan pengolahan dari peningkatan jumlah bahan bakar fosil yang dikonsumsi	**CO_2**	Tidak	Tidak dipertimbangkan
		CH_4	Ya	Emisi metana *fugitive* akibat produksi, transportasi, distribusi bahan bakar fosil yang digunakan unit-unit pembangkit aksi mitigasi
		N_2O	Tidak	Tidak dipertimbangkan
	Sumber emisi leakage akibat penurunan jumlah panas buang yang diperoleh kembali untuk tujuan lain selain pembangkit listrik dalam aksi mitigasi, dibandingkan dengan tahun terakhir sebelum pelaksaan aksi mitigasi	**CO_2**	Tidak	Sebelum aksi mitigasi panas buang tidak dimanfaatkan untuk tujuan selain pembangkit listrik
		CH_4	Tidak	
		N_2O	Tidak	

C.3. Perkiraan pengurangan emisi dari aksi mitigasi

Perkiraan pengurangan emisi dari aksi mitigasi selama 7 tahun pada periode 01 Januari 2023-31 Desember 2029 sebesar 244.713,00 tCO2e. Nilai penurunan emisi pada tahun 2023 berdasarkan perhitungan menggunakan nilai realisasi yang telah tercatat dalam data Lapus PLTGU Muara Tawar Add On Blok 2 sedangkan pada tahun 2024-2029 merupakan nilai prognosa yang diambil berdasarkan nilai penurunan emisi tahun 2023.

C.3.1 Deskripsi Emisi Baseline

Berdasarkan metodologi MSEP-008, emisi baseline ditentukan melalui beberapa tahap, mencakup:

Tahap 1: Perhitungan emisi baseline dari pembangkit aksi mitigasi dengan berbagai skenario
Tahap 2: Perhitungan faktor emisi baseline dari pembangkit listrik *single cycle* ($EF_{CO2,BL}$)
Tahap 3: Penentuan faktor emisi GRK sistem ketenagalistrikan ($EF_{grid,y}$)

<u>Tahap 1: Perhitungan emisi baseline dari pembangkit aksi mitigasi dengan berbagai skenario</u>
Aksi mitigasi akan menggantikan listrik di jaringan listrik, jika kuantitas listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik meningkat sebagai akibat dari kegiatan proyek. Akan tetapi tidak diketahui sejauh mana peningkatan tersebut disebabkan oleh kegiatan proyek atau akan terjadi (misalnya karena perubahan permintaan listrik atau ketersediaan pembangkit listrik lainnya). Oleh karena itu perhitungan emisi baseline didasarkan pada tiga skenario berikut.

- Skenario (a)
  Jumlah listrik yang dihasilkan dari unit-unit pembangkit listrik aksi mitigasi, disesuaikan untuk perubahan efisiensi ($EG_{PJ,adj,y}$), lebih rendah dari atau sama dengan produksi listrik rata-rata tahunan yang dihasilkan sebelum adanya kegiatan mitigasi ($EG_{BL,AVR}$). Emisi baseline dihitung sebagai berikut:
  $$BE_y = EG_{PJ,adj,y} \times EF_{CO2,BL} \quad (2)$$

- Skenario (b)
  Jumlah listrik yang dihasilkan dari unit-unit pembangkit listrik aksi mitigasi, disesuaikan untuk perubahan efisiensi ($EG_{PJ,adj,y}$), melebihi tingkat rata-rata produksi listrik tahunan ($EG_{BL,AVR}$) sebelum aksi mitigasi, tetapi lebih rendah dari atau sama dengan produksi listrik maksimum yang dapat dihasilkan dari unit-unit pembangkit aksi mitigasi dilaksanakan (EG_{MAX}). Emisi baseline dihitung sebagai berikut:
  $$BE_y = EG_{BL,AVR} \cdot EF_{CO2,BL} + \left(EG_{PJ,adj,y} - EG_{BL,AVR}\right) \cdot \min\left(EF_{CO2,BL}; EF_{grid,y}\right) \quad (3)$$

- Skenario (c)
  Jumlah listrik yang dihasilkan dari unit-unit pembangkit aksi mitigasi, disesuaikan untuk perubahan efisiensi ($EG_{PJ,adj,y}$), melebihi produksi listrik maksimum tahunan yang dapat dihasilkan dari unit-unit pembangkit aksi mitigasi sebelum implementasi dari aksi mitigasi (EG_{MAX}). Emisi baseline dihitung sebagai berikut:
  $$BE_y = EG_{BL,AVR} \cdot EF_{CO2,BL} + \left(EG_{MAX} - EG_{BL,AVR}\right) \cdot \min\left(EF_{CO2,BL}; EF_{grid,y}\right) + \left(EG_{PJ,adj,y} - EG_{MAX}\right) \cdot EF_{grid,y} \quad (4)$$

Untuk mengetahui skenario mana yang dipilih, nilai $EG_{BL,AVR}$, $EG_{PJ,adj,y}$, EG_{MAX} ditentukan terlebih dahulu.

1.1. Penentuan $EG_{BL,AVR}$:

$EG_{BL,AVR}$ produksi rata-rata listrik tahunan yang dihasilkan unit-unit pembangkit sebelum implementasi aksi mitigasi dihitung menggunakan persamaan (5).

$$EG_{BL,AVR} = \frac{\sum_{x=1}^{3} EG_x}{3} \quad (5)$$

Berdasarkan data historis produksi listrik unit-unit pembangkit sebelum aksi mitigasi untuk tahun 2019, 2020 dan 2021 adalah sebagai berikut:

Tahun	Produksi listrik netto yang disalurkan ke

	sistem interkoneksi tenaga listrik (MWh)
2019	95.856,527
2020	223.913,53
2021	79.913,018

Sehingga nilai $\mathbf{EG_{BL,AVR}}$ adalah **133.227,69 MWh/tahun**.

1.2. Penentuan $\mathbf{EG_{PJ,adj,y}}$:

Total produksi listrik netto yang disalurkan ke sistem interkoneksi tenaga listrik oleh pembangkit listrik aksi mitigasi pada tahun y selama aksi mitigasi pada tahun y selama aksi mitigasi harus disesuaikan dengan perhitungan emisi baseline dengan mempertimbangkan bahwa langkah-langkah efisiensi energi di masa depan (yaitu langkah-langkah yang dapat diterapkan setelah aksi kegiatan) tidak akan menghasilkan pengurangan emisi. Oleh karena itu, jumlah total listrik netto yang disalurkan ke sistem interkoneksi tenaga listrik ($\mathrm{EG_{PJ,adj,y}}$) digunakan untuk menghitung emisi baseline harus disesuaikan secara konservatif dengan menerapkan faktor diskon berdasarkan minimum efisiensi yang dipantau setelah pelaksanaan aksi kegiatan, seperti yang dijelaskan dalam persamaan di bawah ini.

$$\mathrm{EG_{PJ,adj,y}} = \mathrm{EG_{PJ}} \times \frac{\eta_{PJ,min,y}}{\eta_{PJ,y}} \qquad (6)$$

Perkiraan nilai produksi listrik untuk tahun 2024 dianggap sama dengan produksi listrik pada tahun 2023 yakni sebesar **150.129.686,00 MWh.**

1.3. Penentuan $\mathbf{EG_{MAX}}$:

Produksi listrik netto maksimum tahunan yang dapat diproduksi oleh semua unit pembangkit aksi mitigasi pada skenario baseline ($\mathrm{EG_{MAX}}$) dihitung sebagai berikut.

$$\mathrm{EG_{MAX}} = \mathrm{CAP_{MAX}} \cdot \mathrm{T_{MAX}} \qquad (7)$$

Jika semua unit pembangkit baseline memiliki catatan historis operasi selama 3 (tiga) tahun, dan jika tidak ada major retrofit selama kurun waktu tersebut pada setiap unitnya, maka jam operasi maksimum unit-unit pembangkit aksi mitigasi dapat beroperasi penuh dalam setahun sebelum pelaksanaan aksi mitigasi dihitung sesuai persamaan (8).

$$\mathrm{T_{MAX}} = 8760 - \frac{\sum_{x=1}^{3} \mathrm{HMR_x}}{3} \qquad (8)$$

Berdasarkan data evaluasi faktor untuk operasi pembangkit baseline selama 3 (tiga) tahun:

Tahun	HMRx (jam/tahun)
2019	627,42
2020	311,50
2021	6,40

Dari data tersebut, didapatkan nilai $\mathrm{T_{MAX}}$ adalah 8.444,90 jam/tahun.

Berdasarkan Sertifikat Laik Operasi GT 2.1 dan GT 2.2, nilai kapasitas mampu maksimum (gross) masing-masing unit pembangkit adalah 142 MW dan 142,28 MW sehingga nilai $\mathrm{CAP_{MAX}}$ sebesar 284,28 MW.

Dari informasi tersebut didapatkan nilai $\mathbf{EG_{MAX}}$ sama dengan **2.400.714,59 MWh/tahun**.

Tahap 2: Perhitungan faktor emisi baseline dari pembangkit listrik *single cycle* ($EF_{CO2,BL}$)

Jika seluruh unit-unit pembangkit aksi mitigasi memiliki catatan historis operasi selama 3 (tiga) tahun terakhir dan tidak ada major retrofit pada pembangkit, maka faktor emisi CO2 unit-unit pembangkit aksi mitigasi yang dioperasikan dengan mode single cycle (EFCO2,BL) ditetapkan berdasarkan unjuk kerja historis sebelum aksi mitigasi serta dihitung menurut persamaan (9).

$$\mathrm{EF_{CO2,BL}} = \frac{\sum_{x=1}^{3}\sum_{i}\mathrm{FC_{i,x}}\cdot\mathrm{NCV_{i,x}}}{\sum_{x=1}^{3}\mathrm{EG_x}} \times \mathrm{EF_{CO2,min}} \qquad (9)$$

dimana:

$\mathrm{EF_{CO2,BL}}$	=	Faktor emisi CO2 untuk produksi listrik yang dihasilkan dalam mode singel cycle pada kondisi baseline (ton CO2/MWh)
$\mathrm{FC_{i,x}}$	=	Jumlah konsumsi per jenis bahan bakar fosil i yang digunakan oleh semua unit pembangkit aksi mitigasi dalam periode x (satuan massa atau volume/tahun)
$\mathrm{NCV_{i,x}}$	=	Nilai kalor bersih (weighted average) per jenis bahan bakar fosil i yang digunakan dalam aksi mitigasi pada tahun x
$\mathrm{EF_{CO2,min}}$	=	Faktor emisi CO2 dari jenis bahan bakar fosil dengan tingkat emisi rendah yang digunakan pembangkit baseline selama 3 (tiga) tahun historis operasi
$\mathrm{EG_x}$	=	Produksi listrik netto dari semua unit pembangkit aksi mitigasi yang disalurkan ke sistem interkonenksi tenaga listrik selama tiga tahun terakhir operasi pada periode z dan tidak ada retrofit pada periode ini
x	=	Masing-masing dari 3 (tiga) tahun historis operasi

$\mathrm{EF_{CO2,min}}$ merupakan faktor emisi CO2 dari jenis bahan bakar fosil dengan tingkat emisi rendah yang digunakan pembangkit *baseline* selama 3 (tiga) tahun historis operasi. Unit-unit pembangkit sebelum pelaksanaan aksi mitigasi menggunakan dua jenis bahan bakar fosil yakni LNG dan HSD. Nilai faktor emisi default nasional untuk LNG dan HSD masing-masing adalah 57.270 kg CO_2/TJ dan 74.300 kg CO_2/TJ, sehingga bahan bakar fosil yang memiliki tingkat emisi rendah yakni LNG sebesar 57.270 kg CO_2/TJ ditetapkan sebagai $\mathrm{EF_{CO2,min}}$.

Tahap 3: Penentuan faktor emisi GRK sistem ketenagalistrikan ($EF_{grid,y}$)

Faktor emisi GRK sistem ketenagalistrikan ($\mathrm{EF_{grid,y}}$) harus dihitung sebagai faktor emisi *Combined Margin*, menggunakan "*Tool to calculate the emission factor for an electricity system*". $EF_{grid,y}$ yang digunakan dalam aksi mitigasi ini merupakan Faktor emisi GRK Grid JAMALI sistem ketenagalistrikan build margin ex-ante (OM = 0,5 BM = 0,5) sebesar 0,87 ton CO_2/MWh.

Estimasi perhitungan emisi baseline pada tahun y dihitung menggunakan formula (3) karena $\mathrm{EG_{BL,AVR}}<\mathrm{EG_{PJ,adj,y}}<\mathrm{EG_{MAX}}$. (perkiraan untuk tahun 2024)

$\mathrm{BE_y}$	=	$\mathrm{EG_{BL,AVR}}\cdot\mathrm{EF_{CO2,BL}} + \left(\mathrm{EG_{PJ,adj,y}} - \mathrm{EG_{BL,AVR}}\right)\cdot\min\left(\mathrm{EF_{CO2,BL}};\mathrm{EF_{grid,y}}\right)$
	=	133.227,69 x 0,7 + (150.129,69 - 133.227,69) x min (0,7523; 0,87)
	=	**112.946,60 tCO_2**

C.1.2 Deskripsi Emisi Leakage

Kebocoran terjadi akibat emisi yang berkaitan dengan emisi hulu akibat peningkatan

penggunaan bahan bakar fosil yang dikonsumsi oleh aksi mitigasi dan emisi yang terkait dengan situasi dimana panas buang telah ditampung dan dimanfaatkan kembali sebelum pelaksanaan aksi mitigasi yang mana pengalihan dari panas ini untuk aksi mitigasi dapat meningkatkan adanya emisi di tempat lain. Emisi leakage dihitung sebagai berikut:

$$LE_y = LE_{upstream,y} + LE_{HR,y} \quad (14)$$

a. $LE_{upstream,y}$, emisi leakage terkait dengan emisi *upstream* bernilai nol, dikarenakan penggunaan bahan bakar pada aksi mitigasi lebih rendah daripada konsumsi bahan bakar pada 3 (tiga) tahun sebelum aksi mitigasi.
b. **$LE_{HR,y}$,** emisi leakage akibat panas buang ditentukan sebesar 0. Hal ini disebabkan :
   - **Nilai QHR, x** pada tahun sebelum aksi mitigasi tidak ada pemanfaatan kembali panas buang untuk unit-unit pembangkit lainnya, maka emisi dari sumber leakage ini sebesar 0;
   - **Nilai QHR, y** panas buang dari pembangkit Muara Tawar Blok 2.1 dan 2.2 tidak dimanfaatkan kembali untuk tujuan selain pembangkit listrik (QHR.y), maka emisi dari sumber leakage ini sebesar 0

C.1.3 Deskripsi Emisi Aksi Mitigasi

Emisi aksi mitigasi (EPy) dihitung menggunakan versi terakhir dari “Tool to calculate project or leakage CO2 emissions from fossil fuel combustion” yang dinyatakan sebagai EPFC,j,y di mana j adalah pembakaran bahan bakar fosil aksi mitigasi dan untuk mengoperasikan unit-unit pembangkit aksi mitigasi serta untuk menambah panas buang dalam pengoperasian turbin uap.

$$\mathrm{EP_y = EP_{FC,j,y} = \sum_i FC_{i,j,y} \times COEF_{i,y}} \quad (10)$$

dimana:

$\mathrm{EP_{FC,j,y}}$	=	Emisi aksi mitigasi pada tahun y, dimana j adalah pembakaran bahan bakar fosil aksi mitigasi dan untuk mengoperasikan unit-unit pembangkit aksi mitigasi serta menambah panas buang dalam pengoperasian turbin uap (ton CO2)
$\mathrm{FC_{i,j,y}}$	=	Jumlah konsumsi bahan bakar i dari proses j pada tahun y (massa atau volume)
$\mathrm{COEF_{i,y}}$	=	Koefisien emisi CO2 tiap jenis bahan bakar i di tahun y (ton CO2/massa atau volume)
i	=	jenis bahan bakar fosil

Perhitungan $\mathrm{COEF_{i,y}}$ dapat dilakukan dengan 2 (dua) metode dengan pendekatan berdasarkan ketersediaan data yang dimiliki, namun pemilihan metode 1 lebih diutamakan. Perhitungan $\mathrm{COEF_{i,y}}$ dilakukan sesuai persamaan berikut:

1. Berdasarkan ketersediaan kualitas data bahan bakar

$$\mathrm{COEF_{i,y} = w_{c,i,y} \times \frac{44}{12}} \text{ (jika dalam satuan massa)} \quad (11)$$

$$\mathrm{COEF_{i,y} = w_{c,i,y} \times \rho_{i,y} \times \frac{44}{12}} \text{ (jika dalam satuan volume)} \quad (12)$$

dimana:

$\mathrm{w_{c,i,y}}$	=	fraksi massa karbon (weighted average) bahan bakar tipe i pada tahun y (ton karbon/massa)
$\rho_{i,y}$	=	Densitas bahan bakar tipe i pada tahun y (massa/volume)

2. Berdasarkan nilai kalori bersih dan Faktor Emisi CO2 bahan bakar tipe i:

$$\mathrm{COEF_{i,y}} = \mathrm{NCV_{i,y}} \times \mathrm{EF_{CO2,i,y}} \quad (13)$$

dimana:

$\mathrm{NCV_{i,y}}$ = Nilai kalor bersih (weighted average) bahan bakar tipe i pada tahun y

$\mathrm{EF_{CO2,i,y}}$ = Faktor emisi bahan bakar tipe i pada tahun y

Perhitungan estimasi emisi proyek pada tahun 2024 adalah sebagai berikut:

$\mathrm{EP_y}$	=	$\sum_{\mathrm{i}} \mathrm{FC_{i,j,y}} \times \mathrm{COEF_{i,y}}$
	=	$\mathrm{FC}_{NG,\mathrm{y}} \times \mathrm{w_{c,NG,y}} \times \rho_{NG,y} \times \frac{44}{12} + \mathrm{FC}_{HSD,\mathrm{y}} \times \rho_{i,y} \times \mathrm{NCV}_{HSD,\mathrm{y}} \times \mathrm{EF_{CO2,HSD,y}}$
	=	$\mathrm{F_{NG,y}(MMBTU)} \times \frac{0{,}001055 \cdot \mathrm{TJ}}{\mathrm{MMBTU}} \times \frac{\mathrm{w_{c,NG,y}}}{\mathrm{NCV(BTU/ft^3)}} \times \frac{\mathrm{BTU}}{1{,}05506 \cdot 10^{-9} \cdot \mathrm{TJ}} \times \rho_{\mathrm{NG,y}} \left(\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m^3}}\right) \times \frac{1\mathrm{m}^3}{35{,}3147\mathrm{ft}^3} \times \frac{1\mathrm{ton}}{1000 \cdot \mathrm{kg}} \times \frac{44}{12} + \mathrm{FC}_{HSD,\mathrm{y}}(kL) \times \rho_{i,y}\left(\frac{kg}{m^3}\right) \times \mathrm{NCV}_{HSD,\mathrm{y}}\left(\frac{TJ}{Gg}\right) \times \mathrm{EF_{CO2,HSD,y}}\left(\frac{kgCO_2}{TJ}\right) \times \frac{1Gg}{10^6 kg} \times \frac{1ton}{10^3 kg}$
	=	**77.986,30 tCO_2**

Perkiraan pengurangan emisi dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\mathrm{PE_y} = \mathrm{BE_y} - \mathrm{EP_y} - \mathrm{LE_y} \quad (1)$$

Dimana:

PEy = penurunan emisi pada tahun y (ton CO2)

BEy = Emisi *baseline* pada tahun y (ton CO2)

EPy = Emisi aksi mitigasi pada tahun y (ton CO2)

LEy = Emisi *leakage* pada tahun y (ton CO2)

Tahun	Perkiraan emisi baseline (tCO2)	Perkiraan emisi aksi (tCO2)	Perkiraan emisi *leakage* (tCO2)	Perkiraan pengurangan emisi (tCO2)
01 Jan 2023-31 Des 2023	112.946,60	77.986,30	0,00	34.959,00
01 Jan 2024-31 Des 2024	112.946,60	77.986,30	0,00	34.959,00
01 Jan 2025-31 Des 2025	112.946,60	77.986,30	0,00	34.959,00
01 Jan 2026-31 Des 2026	112.946,60	77.986,30	0,00	34.959,00
01 Jan 2027-31 Des 2027	112.946,60	77.986,30	0,00	34.959,00
01 Jan 2028-31 Des 2028	112.946,60	77.986,30	0,00	34.959,00
01 Jan 2029-31 Des 2029	112.946,60	77.986,30	0,00	34.959,00
Total perkiraan pengurangan emisi (tCO2)-pembulatan konservatif				**244.713,00**

C.4. Perkiraan jumlah buffer penjamin permanensi.

Bukan aksi mitigasi yang memiliki resiko permanensi

D. Kajian Lingkungan dan Kontribusi pada Pembangunan Berkelanjutan

Apakah aksi mitigasi wajib AMDAL/UKL/UPL?	AMDAL
Status dokumen AMDAL/UKL/UPL (bila relevan)	- KepmenLHK Nomor 419 Tahun 2024 tentang Perubahan Atas KepmenLHK Nomor SK.11/MENLHK/SETJEN/PLA.4/1/2023 tentang Kelayakan Lingkungan Hidup Kegiatan PLTGU Muara Tawar Di Desa Segara jaya, Kecamatan Tarumajaya, Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat Oleh PT Pembangkitan Jawa Bali Unit Pembangkitan Muara Tawar - 660/9/19.1.02.0/DPMPTSP/2018 tentang Izin Lingkungan Kegiatan PLTGU Muara Tawar oleh PT Pembangkitan Jawa Bali Unit Pembangkitan Muara Tawar di Kabupaten Bekasi
Keterangan singkat tentang kontribusi aksi mitigasi pada pembangunan berkelanjutan	Aksi mitigasi memberikan dampak pembangunan yang berkelanjutan dalam menjaga lingkungan dan kontribusi masyarakat yang detailnya bisa dilihat pada lampiran 3. Pembangunan PLTGU Muara Tawar mendukung pencapaian target pembangunan berkelanjutan khususnya untuk tujuan: ● Tujuan nomor 6 target 6.3 (Pada tahun 2030, meningkatkan kualitas air dengan mengurangi polusi, menghilangkan pembuangan, dan meminimalkan pelepasan material dan bahan kimia berbahaya, mengurangi setengah proporsi air limbah yang tidak diolah, dan secara signifikan meningkatkan daur ulang, serta penggunaan kembali barang daur ulang yang aman secara global). ● Tujuan nomor 8 target 8.8 (Melindungi hak-hak tenaga kerja dan mempromosikan lingkungan kerja yang aman dan terjamin bagi semua pekerja, termasuk pekerja migran, khususnya pekerja migran perempuan, dan mereka yang bekerja dalam pekerjaan berbahaya). ● Tujuan No. 9 target 9.4.1 (Pada tahun 2029 memiliki total target penurunan emisi CO_2 hingga **244.713,00** tCO2) meningkatkan infrastruktur dan retrofit industri agar dapat berkelanjutan, dengan peningkatan efisiensi penggunaan sumber daya dan adopsi yang lebih baik dari teknologi dan proses industri bersih dan ramah lingkungan, yang dilaksanakan semua negara sesuai kemampuan masing-masing). ● Tujuan nomor 13 target 13.2 (mengintegrasikan

	tindakan antisipasi perubahan iklim ke dalam kebijakan, strategi dan perencanaan nasional) pada indikator 13.2.1 melalui verifikasi aksi mitigasi dan pelaporan pada SRN PPI.

E. Konsultasi Publik

Telah melakukan konsultasi publik seperti yang tercantum pada dokumen revisi RKL – RPL pada tahun 2002.

Tanggal Konsultasi Publik	Peserta	Catatan dari Konsultasi Publik bagi Aksi Mitigasi	Tindak Lanjut
Rabu, 30 Januari 2002	1. Bapak Haji Asmit (Segara Jaya) 2. Bp. Sardiman (Tokoh Masyarakat Pantai Makmur) 3. Haji Sari Husada (Masyarakat yang tinggal di sekitar PLTGU Muara Tawar)	1.Setuju dengan pengembangan PLTGU dengan syarat merekrut tenaga kerja muda laki-laki dan mendukung kegiatan sosial, terutama majelis Taklim 2.Setuju dengan pengembangan PLTGU, berharap 80% tenaga kerja berasal dari lingkungan sekitar. Juga melaporkan adanya tumpahan solar di laut. 3. Menginginkan perekrutan tenaga kerja dari Desa Pantai Makmur, meminta saluran di Barat PLTGU diarahkan langsung ke laut, dan berharap PLTGU mendukung sarana sosial seperti pendidikan dan keagamaan	1. Prioritas tenaga kerja lokal: Perekrutan tenaga kerja lokal akan dimasukkan sebagai persyaratan dalam kontrak dengan kontraktor pelaksana. 2. Pengadaan sarana sosial: Secara prinsip, PLTGU bisa membantu pengadaan sarana sosial sesuai kemampuan. 3. Saluran di sebelah Barat: Saluran akan dibangun atau diperbaiki. 4. Tumpahan solar di laut: Selama ini, ceceran solar dan oli ditampung dan dinetralisir sehingga menggumpal. Namun, sisa ceceran yang belum tertampung masih ada dan berpotensi terbawa ke laut saat hujan. Upaya akan dilakukan untuk penampungan yang lebih baik.
	4. Hadi Sofyan, masyarakat Kampung Sungai Tawar	Ada saluran yang bocor di bagian Timur PLTGU, menyebabkan genangan air dan bau tidak sedap. Ada juga lampu jalan sering padam. dan pertanyaannya mengapa lampu	4. Perbaikan Jalan: Jalan rusak akan diperbaiki,

Tanggal Konsultasi Publik	Peserta	Catatan dari Konsultasi Publik bagi Aksi Mitigasi	Tindak Lanjut
		jalan yang sudah dibangun oleh PLTGU sering padam?	
	5. Bambang, BPD Desa Segara Jaya	Pertanyaan: Meminta masyarakat tidak membuang sampah ke intake. Mengapa PLTGU tidak mengambil langkah mengatasi sampah? Informasi: Ada keluhan suara bising dari PLTGU dan mushola di kampung belum mendapatkan suplai listrik.	5. dan PLTGU akan memastikan mesin yang rusak segera diperbaiki.
	6. Pak Oki, Sub Dinas Perikanan Kabupaten Bekasi	Pertanyaan: Apakah pasokan gas dari Cilamaya menggunakan pipa? Bagaimana dampak pembuangan lumpur di lokasi jetty? Usulan: Jadwal pembuangan lumpur dari PLTGU harus diinformasikan ke masyarakat.	6. Suplai Gas: Gas untuk PLTGU disalurkan melalui jaringan gas dari PGN Pertamina
	7. Jamaludin, PT Desa Segara Jaya	Usulan: Laporan final AMDAL hendaknya disampaikan kepada masyarakat. PLTGU harus segera memperbaiki jalan rusak akibat aktivitasnya	7. Semua pertanyaan berkaitan dengan pengembangan komunitas (Community Development). PLTGU akan mengusulkan peningkatan anggaran untuk program ini kepada kantor pusat.
	8. Mulyadi, BPD Desa Segara Jaya, Guru Olah Raga SDN	Harapan: Pembangunan PLTGU diharapkan dapat berkontribusi terhadap kegiatan olahraga anak-anak agar menjadi sehat. Ini sejalan dengan tujuan pembangunan untuk mencerdaskan dan menyehatkan bangsa. Usulan: Penanganan lingkungan yang dijelaskan dalam studi AMDAL sebaiknya diimplementasikan secara nyata sesuai hasil diskusi di forum ini.	8. Infrastruktur jalan memang menjadi tanggung jawab PLTGU, namun bila terjadi kerusakan akibat PLTGU, mereka akan turut memperbaiki sesuai kemampuan.
	9. Japra, Pemuda dari Kecamatan Taruma Jaya, LSM	Usulan: Sumbangan sosial hendaknya juga disalurkan kepada para pemuda desa.	

Tanggal Konsultasi Publik	Peserta	Catatan dari Konsultasi Publik bagi Aksi Mitigasi	Tindak Lanjut
	10. Sakun, Masyarakat Kampung Ceger, Desa Segara Jaya.	Tanggapan: Birokrasi dalam PLTGU cukup rumit, terutama jika ingin mengajukan proposal. Pertanyaan: Siapa yang bertanggung jawab atas infrastruktur jalan yang rusak? Informasi dan Pernyataan: Yatim piatu di Kampung Ceger belum pernah menerima bantuan sembako, sementara masyarakat merasakan ketidakadilan karena bantuan selalu diberikan hanya kepada masyarakat Pantai Makmur.	

F. Sumber Daya

Alih Teknologi	Konversi PLTG menjadi PLTGU dengan merk *Steam Turbin* Doosan-Skoda Power
Peningkatan Kapasitas	Pendampingan dan Pelatihan serta transfer knowledge untuk bidang operasi, pemeliharaan, dan engineering oleh Doosan
Jumlah kebutuhan pendanaan	USD 413,723,836
Status pendanaan	Sudah terpenuhi
Asal pendanaan	PMA (*KSURE Covered Facility with Credit Agricole as Arranger*)
Struktur pendanaan (dalam persen)	Ekuitas: 32% Pinjaman: 68% Hibah:- Pasar karbon:-

G. Pustaka (References)

1. Manual Book PLTGU Muara Tawar Add On Blok 2
2. Pedoman SPEI
3. Faktor emisi GRK sistem ketenagalistrikan, DJK 2019
4. Tools to calculate emission factor leakage upstream
5. Laporan komisioning PLTGU Muara Tawar Add On Blok 2
6. Perjanjian Jual Beli Listrik
7. Hasil Kalibrasi Alat Listrik
8. AMDAL PLTGU Muara Tawar Add On Blok 2
9. Metodologi MSEP 008 Konversi Single to Combined Cycle

H. Lampiran-lampiran

Lampiran 1. Lembar struktur pemantauan

Lampiran 2. Lembar Pemantauan
Lampiran 3. Lembar identifikasi dampak dan rencana pemantauan kontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan
Lampiran 4. Perhitungan
Lampiran 5. Profil PLTGU Muara Tawar Add On Blok 2
Lampiran 6. Hasil Kalibrasi Alat Listrik
Lampiran 7. Efisiensi Pembangkit Lainnya (PLTGU Muara Tawar Add On Blok 2)
Lampiran 8. SK Dirjen No. SK.38/PPI/IGAS/PPI.2/11/2020 yang mengacu pada MSEP 008 Konversi Single to Combined Cycle
Lampiran 9. Revisi ANDAL UP Muara Tawar Tahun 2006
Lampiran 10. Berita Acara Jual Beli Listrik UP Muara Tawar Blok 2 Tahun 2019-2023
Lampiran 11. Kajian Kelayakan PLTGU Muara Tawar
Lampiran 12. Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 34/K/16/MEM/2020 tentang Penetapan Alokasi dan Pemanfaatan Gas Bumi untuk Penyediaan Tenaga Listrik oleh PT. PLN (Persero)
Lampiran 13. Laporan Hasil Pengujian Bahan Bakar Gas PLTGU Muara Tawar (CoA Tahun 2019-2023)
Lampiran 14. Laporan Hasil Pengujian Bahan Bakar HSD PLTGU Muara Tawar (CoA Tahun 2020-2021)

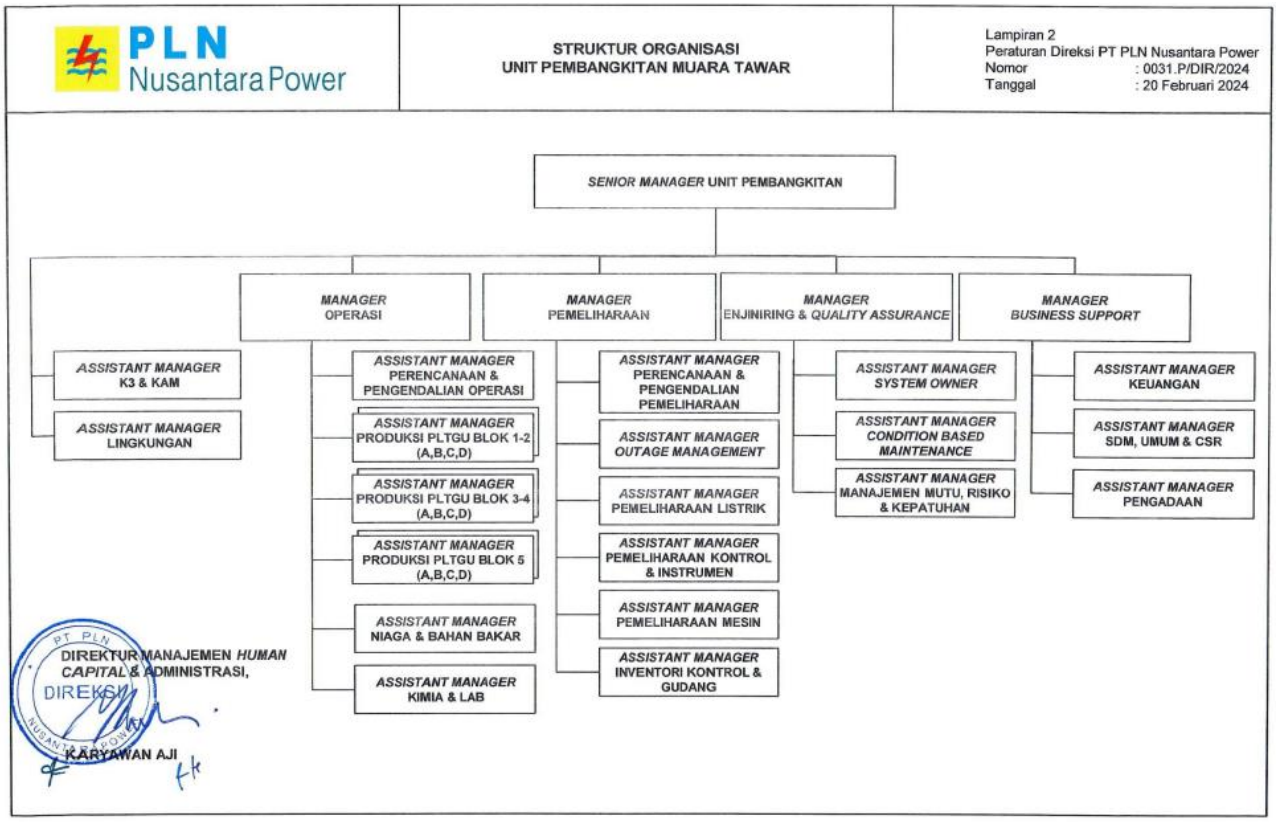
I. Riwayat perbaikan DRAM

Versi	Tanggal	Keterangan	Pengesahan Perwakilan Penanggungjawab /Pelaksana Aksi
1.0	25 Juni 2024	Pembuatan DRAM	25 Juni 2024 Senior Manager PLN UP Muara Tawar
2.0	9 Agustus 2024	Perbaikan setelah validasi DRAM	09 Agustus 2024 Senior Manager PLN UP Muara Tawar
3.0	5 September 2024	Perbaikan setelah validasi DRAM	05 September 2024 Senior Manager PLN UP Muara Tawar

4.0	25 September 2024	Perbaikan setelah validasi DRAM	25 September 2024 Senior Manager PLN UP Muara Tawar
5.0	09 Oktober 2024	Perbaikan setelah validasi DRAM	16 Oktober 2024 Senior Manager PLN UP Muara Tawar
6.0	28 Oktober 2024	Perbaikan setelah validasi DRAM	30 Oktober 2024 Senior Manager PLN UP Muara Tawar

Lampiran 1. Struktur Organisasi dan Pelaksanaan Pemantauan Aksi Mitigasi

Struktur pelaksana pemantauan dan pelaporan:



Tugas dan Fungsi jabatan yaitu:

Jabatan	Peranan
Senior Manager	• Bertanggung jawab atas semua pelaksanaan kegiatan untuk perencanaan, pelaksanaan, hasil pemantauan dan pelaporan terkait dengan program penurunan gas rumah kaca dan/atau mitigasi penurunan gas rumah kaca di PT PLN Nusantara Power UP Muara Tawar
Manajer Operasi	• Mengelola kegiatan operasional pembangkitan tenaga listrik sesuai dengan standart operasional yang berlaku • Melakukan koordinasi dengan bidang terkait dalam memastikan kegiatan produksi memenuhi kaidah dan peraturan lingkungan yang berlaku. • Melakukan pengawasan terkait pemantauan dan ketersediaan data terkait dengan parameter operasional • Pelaksanaan QA/QC data operasional dan pelaporan emisi GRK dan aksi mitigasi penurunan emisi GRK
Manajer Pemeliharaan	• Mengelola kegiatan pemeliharaan pembangkitan tenaga listrik dengan aman, handal dan efisien, dengan memperhatikan aspek aspek K3 dan lingkungan.

	• Melakukan koordinasi dengan bidang terkait dalam perumusan program pengurangan pencemar udara
Assistant Manager Produksi (A/B/C/D)	• Melakukan pencatatan produksi listrik berdasarkan kWh meter dan pencatatan penggunaan bahan bakar berdasarkan meteran bahan bakar
Assistant Manager Niaga dan Bahan Bakar	• Memastikan pelaksanaan kegiatan yang berkaitan dengan (pengumpulan dan penyimpanan data) data operasional niaga dan bahan bakar, termasuk didalamnya rekapitulasi data pengusahaan untuk laporan seperti data daya mampu, daya terpasang, produksi gros, produksi netto, jam operasi,load factor, effisiensi thermal, dan CF pembangkitan.
Assistant Kimia dan Lab	• Melakukan pengujian bahan bakar yang digunakan untuk produksi
Assistant Manager Lingkungan	• Melakukan monitoring atas kualitas emisi yang dihasilkan dari kegiatan utama dan pendukung di PT PLN Nusantara Power UP Muara Karang baik secara manual maupun melalui sistem pemantauan emisi secara kontinyu • Memastikan pelaporan gas rumah kaca kepada stakeholder terkait dalam hal ini kementerian ESDM dan Kementrian KLHK
Assistant Manager Rendal Operasi	• Melakukan monitoring atas kinerja pembangkit melalui performance test • Memastikan data pemantauan terarsipkan dengan baik di data server

Keterangan tentang prosedur pemantauan dan pelaporan:
Data produksi listrik netto, sebagai parameter yang dipantau, dihasilkan dari alat ukur Metering Utama retensi pengukuran setiap 30 menit sekali. Pada periode pemantauan ini, data tersebut akan direkap dalam satu berita acara transaksi listrik pembangkit yang diterbitkan dan dilaporkan bulanan kemudian disetujui oleh Pihak PLN NP dan PLN Persero. Data hasil laporan akhir digunakan sebagai basis perhitungan PLN.

Dalam melakukan aksi mitigasi dilakukan pemantauan terhadap beberapa parameter yang dipersyaratkan tersebut merujuk pada referensi metodologi mengacu kepada Prosedur Tetap Transaksi Tenaga listrik dan Kepmen ESDM No. 163.K/HK.02/MEM.S/2021 tentang penetapan faktor emisi gas rumah kaca sistem ketenagalistrikan.

Parameter yang perlu dimonitor dan dilaporkan tertuang pada dokumen dibawah ini:
1. Instruksi Kerja GT Blok 12 - Start GT dengan Fuel Gas IKMT-307-14.2.2.1-a.n.0005a
2. Instruksi Kerja GT Blok 12 - Stop GT dengan Fuel Gas IKMT-307-14.2.2.1-c.f.0002a
3. Instruksi Kerja Pengujian Gas Alam menggunakan Peralatan GC rev08 IKMT-312-14.2.2.8-0004
4. Instruksi Kerja Pengambilan Contoh Gas rev06 IKMT-312-14.2.2.8-0008
5. Instruksi Kerja Inventarisasi Gas Rumah Kaca Muara Tawar : IKMT-322- 13.7.4.e.a-010

Lampiran 2. Lembar Pemantauan Aksi Mitigasi *[wajib dilampirkan di DRAM]*

Tabel 1. Parameter-parameter yang dimonitor (*ex post)*

No.	Parameter	Deskripsi	Perkiraan nilai	Satuan	Sumber data	Metode dan prosedur pengukuran	Frekuensi monitoring	Keterangan lainnya
1	$EG_{pj,y}$	Produksi listrik neto dari semua unit pembangkit aksi mitigasi yang disalurkan ke sistem interkoneksi tenaga listrik listrik pada tahun y (MWh/tahun)	150.129,69	MWh / tahun	Data penjualan listrik ke grid	Monitoring pada meteran produksi listrik yang dikalibrasi setiap 5 tahun sekali	Bulanan	
2	FCBBG,y (LNG)	Jumlah konsumsi bahan bakar gas pada tahun y	1.354.459,78	GJ	Pemakaian bahan bakar gas	Monitoring pada meteran gas yang dicatat setiap bulan dan dikalibrasi setiap tahun	Bulanan	
3	FCBBM,y (HSD)	Jumlah konsumsi bahan bakar HSD pada tahun y	0	m3	Pemakaian bahan bakar HSD	Monitoring pengukuran depth tape tangki hsd dengan alat sounding meter yang dicatat setiap bulan dan dikalibrasi setiap tahun.	Bulanan	Tidak ada penggunaan BBM pada tahun 2023
4	NCVBBG,y (LNG)	Nilai kalor bersih bahan bakar gas pada tahun y	46,09	TJ/Gg	Analisa Laboratorium	Nilai NCV didapatkan dari konversi nilai analisis laboratorium Nett Heat Value dengan menggunakan menggunakan gas chromatograph yang dikalibrasi setiap tahun.	Bulanan	
5	NCVBBM,y (HSD)	Nilai kalor bersih bahan bakar HSD pada tahun y	41,883	TJ/Gg	Analisa Laboratorium	Hasil analisa HSD laboratorium	Bulanan	
6	wc,BBG,y	Fraksi massa karbon bahan bakar gas pada tahun y	72,37	%	Perhitungan berdasarkan analisa laboratorium	Analisa laboratorium dengan menggunakan menggunakan gas chromatograph	Bulanan	
7	ρBBG,y (LNG)	Densitas bahan bakar gas pada tahun y	0,769	kg/m^3	Analisa Laboratorium	Analisa laboratorium dengan menggunakan menggunakan gas chromatograph	Tahunan	

10	$\eta_{P,y}$	Rata-rata efisiensi pembangkit aksi mitigasi pada tahun y selama kegiatan	40,92	%	Laporan pengusahaan	Berdasarkan perhitungan nilai produksi listrik netto yang disalurkan ke jaringan/grid dan jumlah energi dari konsumsi bahan bakar.	Tahunan	
11	ρBBM,y	Densitas bahan bakar BBM pada tahun y	845,57	kg/m^3	Analisa laboratorium	Analisa Laboratorium dengan menggunakan alat Digital Thermometer	Tahunan	

J.1. Tabel 2. Parameter-parameter yang ditetapkan di awal (*ex ante*)

No.	Parameter	Deskripsi	Nilai	Satuan	Sumber data	Keterangan lainnya
1	EG_x	Produksi listrik neto dari semua unit pembangkit aksi mitigasi yang disalurkan ke sistem interkoneksi tenaga listrik selama tiga tahun terakhir operasi pada periode x dan tidak ada retrofit pada periode ini (MWh/tahun)	Tahun 2019 = 95.856,53 Tahun 2020 = 223.913,533 Tahun 2021 = 79.913,02	MWh / tahun	Laporan Pengusahaan	
2	*FCBBG,x (NG)*	Jumlah bahan bakar gas yang digunakan dalam periode x tahun	Tahun 2019 = 1.188.311 Tahun 2020 = 2.763.876,64 Tahun 2021 = 854.552,87	MMBTU	Laporan Pengusahaan	
3	*FCBBM,x (HSD)*	Jumlah bahan bakar gas yang digunakan dalam periode x tahun	Tahun 2019 = 662.639,39 Tahun 2020 = 735.117,17 Tahun 2021 = 3.600.004,77	liter/tahun	Laporan Pengusahaan yang diambil berdasarkan alat pemantauan depth tape	
4	NCVBBG,x (LNG)	Nilai kalor bersih bahan bakar gas pada periode x tahun	Tahun 2020 = 941,39 Tahun 2021 = 938,33 Tahun 2022 = 933,02 Tahun 2023 = 951,81	Btu/ft^3	Nilai NCV didapatkan dari nilai COA bahan bakar gas.	
5	NCVBBM,x (HSD)	Nilai kalor bersih bahan bakar HSD pada periode x tahun	Tahun 2019 = 42,66 Tahun 2020 = 42,64 Tahun 2021 = 41,88	TJ/Gg	**Tahun 2019** bersumber dari faktor default nasional dari Pedoman Penghitungan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian ESDM 2018 Bidang Energi - Sub Bidang Ketenagalistrikan	

No.	Parameter	Deskripsi	Nilai	Satuan	Sumber data	Keterangan lainnya
					Tahun 2020 dan Tahun 2021 Analisa laboratorium	
6	EFCO2,min	Faktor Emisi CO2 dari jenis bahan bakar fosil dengan tingkat emisi rendah yang digunakan pembangkit baseline selama 3 (tiga) tahun historis operasi (tCO2/GJ)	0,05764	TonCO2/GJ	Pedoman Penghitungan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian ESDM 2018 Bidang Energi - Sub Bidang Ketenagalistrikan, bagian perhitungan Tier 2	
7	CAPMAX	Daya mampu pembangkit (gross) maksimum sebelum pelaksanaan aksi mitigasi (MW)	284,28	MW	Sertifikat Laik Operasi (SLO)	
8	TMAX	Jam operasi maksimum unit pembangkit aksi mitigasi dapat beroperasi penuh dalam setahun sebelum pelaksanaan aksi mitigasi (jam/tahun)	8.444,89	Jam/Tahun	Data Pengusahaan	
9	HMRx	Rata-rata jam dalam tahun x unit-unit pembangkit aksi mitigasi tidak beroperasi karena perawatan atau perbaikan (jam/tahun)	Tahun 2019 = 627,42 Tahun 2020 = 311,50 Tahun 2021 = 6,40	Jam/Tahun	Data Pengusahaan	
10	GWPCH4	Global Warming Potential yang relevan (tCO2e/tCH4)	29,8	tCH_4/GJ	IPCC Sixth Assessment Report Global Warming Potentials	
11	ρBBM,x	Densitas bahan bakar BBM pada tahun x	Tahun 2019 = 837,50 Tahun 2020 = 848,87 Tahun 2021 = 848,01	kg/m^3	Tahun 2019 Pedoman Penghitungan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian ESDM 2018 Bidang Energi - Sub Bidang Ketenagalistrikan Tahun 2020 dan Tahun 2021 Analisa laboratorium	
12	EFi,upstream,CH4	Faktor Emisi upstream emisi metana fugitive akibat dari produksi, transportasi, distribusi bahan bakar fosil i yang digunakan unit-unit pembangkit aksi mitigasi pada tahun y	29,8	tCH_4/GJ	IPCC Sixth Assessment Report Global Warming Potentials	

No.	Parameter	Deskripsi	Nilai	Satuan	Sumber data	Keterangan lainnya
13	EFCO2,upstream,LNG	Faktor Emisi CO2 upstream karena pembakaran bahan bakar fosil/konsumsi listrik terkait dengan liquefaction, transportasi, re-gasification dan kompresi Natural gas ke sistem transmisi dan distribusi gas bumi selama tahun y dari pembangkit aksi mitigasi	57.720	kg/Tj	Pedoman Penghitungan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian ESDM 2018 Bidang Energi - Sub Bidang Ketenagalistrikan	

J.2. Tabel 4. Perkiraan pengurangan emisi GRK rata-rata per tahun.

Pengurangan Emisi GRK	Unit satuan
34.959,00	tCO_2

Lampiran 3. Lembar identifikasi dampak dan rencana pemantauan kontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan

Tabel 1. Matriks Penilaian Resiko Dampak

No.	Indikator	Aspek Terdampak	Fungsi Awal	Kondisi Setelah Proyek	Dampak
1	**Lingkungan**				
1.1	Fungsi ekologis lokal	Fungsi laut untuk tangkap ikan oleh masyarakat	Air laut dipergunakan oleh masyarakat untuk tambak udang dan kegiatan tangkap ikan di sekitar aliran kanal eksisting UP Muara Tawar	Setelah melewati sistem pendingin air akan kembali ke laut melalui kanal	0
1.2	Kuantitas dan kualitas sumber daya alam	Sumber daya air laut Udara ambien	Tidak ada pemanfaatan air laut yang digunakan oleh masyarakat kondisi udara bersih	Proyek tidak akan akan mengganggu kuantitas air laut namun mungkin akan mempengaruhi sedikit kualitas air laut Kualitas udara mungkin ada perubahan dengan adanya emisi ke udara	-
1.3	Keanekaragaman hayati	Penurunan keanekaragaman hayati	Tingkat dan kerentanan keanekaragaman hayati di lokasi proyek konversi *single cycle* menjadi *combined cycle* Blok 2	Kegiatan proyek tidak akan mengganggu keanekaragaman hayati di sekitar lokasi proyek karena tingkat keanekaragaman hayati tidak tinggi di lokasi proyek dan proyek pun berada di lokasi eksisting UP Muara Tawar	0
1.4	Kesehatan dan keselamatan	Tenaga kerja	-	Adanya resiko bahaya terhadap kesehatan dan keselamatan tenaga kerja	-
2	**Ekonomi**				
2.1	Pendapatan masyarakat	Nelayan	Mata pencarian masyarakat adalah dengan tangkap ikan	Dengan adanya proyek ini maka mata pencaharian masyarakat tidak hanya berasal dari dari tangkap ikan saja namun dapat berkembang berkembang	+

No.	Indikator	Aspek Terdampak	Fungsi Awal	Kondisi Setelah Proyek	Dampak
				dengan mata pencaharian lainnya seperti waung kelontong dan produk olahan ikan laut	
2.2	Lapangan Kerja	• Tenaga kerja konstruksi • Tenaga kerja operasi	-	• Pencapaian target rekrutmen tenaga kerja lokal menjadi tenaga kerja pada fase konstruksi sebesar 30% • Kesempatan kerja bagi tenaga kerja lokal setempat minimal sebesar 10%	+
3	**Sosial**				
3.1	Akses pada jasa dan pelayanan umum	Jalan umum	-	Jalan dibangun oleh Muara Tawar dengan dengan tipe jalan klas III dan kapasitas 2,5-8 ton	+
3.2	Integritas sosial	-	Pranata sosial masyarakat adalah struktur adat dan dinas/pemerintahan	Proyek tidak mempengaruhi susunan tatanan sosial masyarakat	0
3.3	Relokasi	Kepemilikan lahan pribadi	Lahan yang digunakan merupakan lahan milik PT PLN Nusantara Power UP Muara Tawar	Proyek tidak mengganggu kepemilikan lahan dari masyarakat dan tidak menyebabkan kerusakan lahan masyarakat	0
3.4	Penghormatan budaya	-	-	Pelaksanaan proyek tidak ada potensi mengganggu warisan budaya dan adat istiadat masyarakat setempat	0
3.5	Persepsi masyarakat	Pengoperasian PLTGU Muara Tawar	Masyarakat meragukan dengan keberadaan PLTGU Muara Tawar	Melanjutkan dan mengembangkan kegiatan sosial yang selama ini dilakukan melalui program pemberdayaan masyarakat sehingga masyarakat berharap manfaat lebih dengan keberadaan PLTGU Muara Tawar	+

Tabel 2. Matriks Upaya Pengelolaan Dampak Negatif

No	Indikator	Aspek Dampak	Uraian Upaya Pengelolaan Dampak	Keterangan
1	Kuantitas dan kualitas sumber daya alam	• Sumber daya air laut • Udara ambien	• Air bahang akan dibuang ke laut melalui kanal outfall • Air limbah akan diolah terlebih dahulu dan akan dibuang ke laut ketika kualitas air limbah telah memenuhi baku mutu • kualitas air limbah dan air bahang akan dilakukan pemantauan oleh laboratorium eksternal terakreditasi dengan periode pemantauan setiap bulan • pemantauan kualitas udara emisi akan dilakukan setiap enam bulan sekali • kualitas udara ambien akan dilakukan pemantauan setiap enam bulan sekali	• Pemantauan kualitas air limbah dan air bahang sesuai baku mutu sebelum dilepas ke laut • Pemantauan kualitas udara
2	Kesehatan dan keselamatan	• Tenaga kerja	• Pelaksanaan pekerjaan untuk selalu mematuhi SOP yang ada • Setiap pelaksana pekerjaan diharuskan menggunakan APD	-

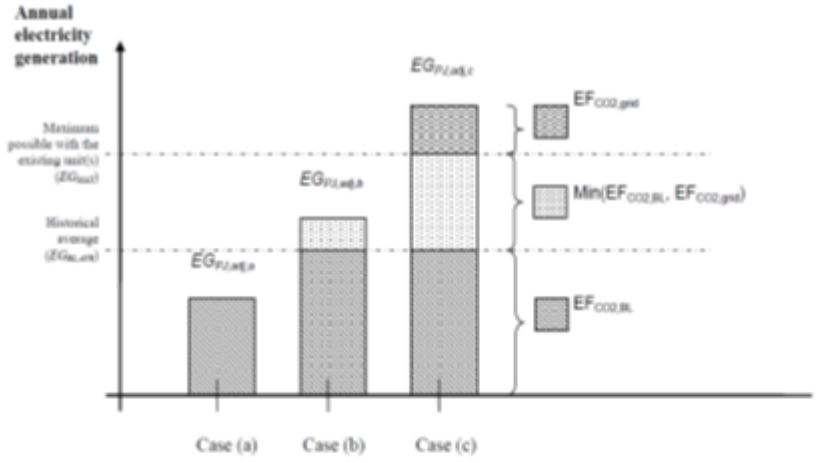
Tabel 3. Matriks Rencana Pemantauan Kontribusi Proyek Terhadap Pembangunan Berkelanjutan

No	Indikator	Aspek Terdampak	Parameter yang Dipantau	Acuan Kinerja	Referensi
1	Kuantitas dan kualitas sumber daya alam	• Sumber daya air laut • Udara ambien	• Sesuai izin lingkungan UP Muara Tawar • Sesuai Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 dan permenlhk 15 tahun 2019	• Baku mutu air limbah berdasarkan PermenLHK No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah • Bakumutu Udara Emisi berdasarkan PermenLHK No. 15 Tahun 2019 tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Listrik Tenaga Termal • Baku Mutu Udara Ambien berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan	• AMDAL dan • Laporan RKL RPL berkala

No	Indikator	Aspek Terdampak	Parameter yang Dipantau	Acuan Kinerja	Referensi
				Pengelolaan Lingkungan Hidup	
2	Lapangan Kerja	Tenaga kerja konstruksi dan operasi	• Jumlah Tenaga Kerja Lokal dan Luar Daerah • Kualifikasi Vendor Lokal	• KepmenLHK Nomor 419 Tahun 2024 tentang Perubahan Atas KepmenLHK Nomor SK.11/MENLHK/SETJEN/PLA. 4/1/2023 tentang Kelayakan Lingkungan Hidup Kegiatan PLTGU Muara Tawar Di Desa Segara jaya, Kecamatan Tarumajaya, Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat Oleh PT Pembangkitan Jawa Bali Unit Pembangkitan Muara Tawar	• Amdal dan • Laporan RKL-RPL Triwulan ke Dinas LH Kota, Provinsi & KLHK
3	Akses pada jasa dan pelayanan umum	Jalan umum	Fungsi dan Kondisi Jalan	-	• Amdal dan • Laporan RKL-RPL Triwulan ke Dinas LH Kota, Provinsi & KLHK
4	Pendapatan masyarakat	Nelayan	• Jumlah kegiatan ekonomi masyarakat sekitar • Pendapatan rata-rata masyarakat	-	• Amdal dan • Laporan RKL-RPL Triwulan ke Dinas LH Kota, Provinsi & KLHK
5	Persepsi masyarakat	Pengoperasian PLTGU Muara Tawar	Pengaduan/Komplain Masyarakat	-	• Amdal dan • Laporan RKL-RPL Triwulan ke Dinas LH Kota, Provinsi & KLHK
6	Kesehatan dan keselamatan	Tenaga kerja	• Adanya dokumen SOP dan Panduan K3 • Laporan kejadian dan kecelakaan K3	Berdasarkan regulasi UU No.1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja	• Laporan K3

Lampiran 4. Aplikabilitas dan Metodologi dan Baseline standar

SKENARIO PERHITUNGAN BASELINE, MSE 008



Case 1	**EGPj < EGBL avr**
Case 2	**EGBL avg < EGPj adj b < EG Max**
Case 3	**EGPj > EG Max**

1. PENETAPAN SKENARIO PERHITUNGAN BASELINE

a. Perhitungan EGPJ 2023 (GT+ST) MW	dari data produksi projek GT 2.1, GT 2.2 dan ST 2.0	
$EG_{PJ,adj,y}$	**150.129,69**	
η PJ,min,y	**39,90%**	**(tahun 2023-2030)**
η PJ,y	**39,90%**	**(tahun 2023)**
$EG_{PJ,y}$	**150.129,69**	

b. Perhitungan EGBL avg	dari rata-rata produksi sebelum aksi mitigasi 3 tahun terakhir	
EG_{2019}	**95.856,53**	
EG_{2020}	**223.913,53**	
EG_{2021}	**79.913,02**	
$EG_{BL,AVR}$	**133.227,69**	

c. Perhitungan EGMax

$$EG_{MAX} = CAP_{max} \cdot T_{max} \quad (4)$$

dimana:

EG_{MAX} = produksi listrik maksimum tahunan yang dapat diproduksi o semua unit pembangkit aksi mitigasi pada skenario *base* (MWh/tahun)

CAP_{max} = daya mampu pembangkit (*gross*) maksimum sebelum pelaksana aksi mitigasi (MW)

T_{max} = jam operasi maksimum unit pembangkit aksi mitigasi da beroperasi penuh dalam setahun sebelum pelaksanaan a mitigasi (jam/tahun)

Unit pembangkit baseline memiliki catatan historis operasi selama 3 (tiga) tahun dan tidak ada major retrofit sehingga jam operasi maksimum (Tmax) dianggap 8.760 jam/tahun

CAP Max MW (data DMN Operasi MTW GT 2.1, 2.2)	**284,28**	**Sesuai SLO**
HMR_{2019}	**627,42**	
HMR_{2020}	**311,50**	
HMR_{2021}	**6,40**	
Tmax Jam/tahun	**8.444,89**	
EGMax Mwh/thn	**2.400.714,59**	

Sehingga skenario yang dipilih untuk perhitungan baseline

Case 2	**EGBL avg < EGPj adj b < EG Max**

(b) Apabila produksi listrik yang dihasilkan dari unit-unit pembangkit aksi mitigasi, disesuaikan untuk perubahan efisiensi ($EG_{PJ,adj,y}$), melebihi tingkat rata-rata produksi listrik tahunan ($EG_{BL,AVR}$) sebelum aksi mitigasi, tetapi lebih rendah dari atau sama dengan produksi listrik maksimum yang dapat dihasilkan dari unit-unit pembangkit aksi mitigasi sebelum aksi mitigasi dilaksanakan ($EG_{BL,AVR}$),. Emisi *baseline* dihitung sebagai berikut:

$$BE_y = EG_{BL,AVR} \cdot EF_{CO2,BL,y} + \left(EG_{PJ,adj,y} - EG_{BL,AVR}\right) \cdot \min\left(EF_{CO2,BL}; EF_{grid,y}\right) \quad (2)$$

2. PENENTUAN EMISI FAKTOR UNTUK GRID ELECTRICITY SYSTEM (EF Grid)

Ketentuan EF	Nilai Grid (Jamali, 2019)
OM	0,8
BM	0,94
Ex Ante (OM = 0,5, BM = 0,5)	**0,87**

3. PENENTUAN EMISI FAKTOR UNTUK CO2 BASELINE (EFCO2BL)

$$EF_{CO2,BL} = \frac{\sum_{x=1}^{3}\sum_{i} FC_{i,x} \times NCV_{i,x}}{\sum_{x=1}^{3} EG_{x}} \times EF_{CO2,min}$$

dimana:

$EF_{CO2,BL}$	=	Faktor Emisi CO_2 untuk produksi listrik yang dihasilkan dala mode *single cycle* pada kondisi *baseline* (tCO_2/MWh)
$FC_{i,x}$	=	jumlah konsumsi per jenis bahan bakar fosil *i* yang digunaka oleh semua unit pembangkit aksi mitigasi dalam periode *x* (satua massa atau volume/tahun)
$NCV_{i,x}$	=	nilai kalor bersih (*weigted average*) per jenis bahan bakar fos yang digunakan dalam aksi mitigasi pada tahun *x* (GJ/unit ma atau volume)
$EF_{CO2,min}$	=	Faktor Emisi CO_2 dari jenis bahan bakar fosil dengan tingkat emi rendah yang digunakan pembangkit *baseline* selama 3 (tiga tahun historis operasi (tCO_2/GJ)
EG_x	=	produksi listrik neto dari semua unit pembangkit aksi mitiga yang disalurkan ke sistem interkoneksi tenaga listrik selama tig tahun terakhir operasi pada periode *x* dan tidak ada retrofit pad periode ini (MWh/tahun)
x	=	masing-masing dari 3 (tiga) tahun historis operasi

Gas	Kategori	2019	2020	2021	2022	2023	
	EF CO2 min kg/TJ	57.270,00	57.270,00	57.270,00	57.270,00	57.270,00	menggunakan Pedoman Penghitungan dan Pelaporan IGRK (Tier 2)
	EF CO2 min tonco2/GJ	0,057270	0,057270	0,057270	0,057270	0,057270	
	FC (MMBTU)	1.188.311,00	2.763.876,64	854.552,87	1.524.069,80	1.283.848,13	
	FC (GJ)	1.253.668,11	2.915.889,86	901.553,28	1.607.893,64	1.354.459,78	
	NCV (BTU/ft3)		941,39	938,33	933,02	951,81	
	Specific Gravity		0,6865609	0,6441315	0,6361773	0,6281404	
	EG (MWH)	99.148	227.027	83.134	151.004	153.947	

HSD	Kategori	2019	2020	2021	2022	2023	
	EF CO2 min kg/TJ (sumber apgat)	74.300,00	74.300,00	74.300,00	-	0,00	menggunakan Pedoman Penghitungan dan Pelaporan IGRK (Tier 2)
	EF CO2 min tonco2/GJ (sumber apgat	0,074300	0,074300	0,074300	-	0,00	
	FC (liter)	662.639,39	735.117,17	3.600.004,77	-	0,00	
	FC (m3)	662,64	735,12	3.600,00	-	0,00	
	Density (kg/liter)	0,8375	0,8489	0,8456	-	0,00	menggunakan Pedoman Penghitungan dan Pelaporan IGRK (Tier 2)
	Density (kg/m3)	837,5000	848,8725	848,0193		845,570	
	NCV (TJ/Gg)	42,66	42,64	42,27	-	41,883	menggunakan Pedoman Penghitungan dan Pelaporan IGRK (Tier 2)
	Energi dari HSD (GJ)	23.674,6145	26.608,8646	129.038,6689		0,00	
	EG (MWH)	99.148	227.027	83.134	-	0,00	
	EFCO2BL (Tco2/MWH)					0,73463584	

4. PENENTUAN EMISI BASELINE	
$EG_{BL,AVR}$	133.228,11
EF_{CO2BL}	0,7523
$EG_{PJ,adj,y}$	150.129,69
EF_{grid}	0,8700
BE_y	112.946,25

5. PENENTUAN LEAKAGE

a. Penetapan LE HR,y

$$LE_{HR,y} = (Q_{HR,x} - Q_{HR,y}) \cdot EF_{CO2,max} \quad (12)$$

dimana:

$LE_{HR,y}$ = Emisi *Leakage* akibat penurunan jumlah panas buang yar diperoleh kembali untuk tujuan lain selain pembangkit listrik dalai aksi mitigasi, dibandingkan dengan tahun terakhir sebelu pelaksanaan aksi mitigasi, dalam periode *y* (tCO_{2e}/tahun)

$Q_{HR,x}$ = besar panas buang yang dimanfaatkan kembali oleh unit-ur pembangkit selama tahun terakhir sebelum aksi mitiga (GJ/tahun)

$Q_{HR,y}$ = besar panas buang yang dimanfaatkan kembali oleh unit-ur pembangkit untuk tujuan selain pembangkitan listrik di tahun (GJ/tahun)

$EF_{CO2,max}$ = Faktor Emisi CO_2 dari jenisi bahan bakar fosil dengan emi karbon tertinggi yang digunakan dalam historis operasi unit-ur pembangkit (tCO_2/GJ)

QHR, x	pada tahun 2019 hingga 2021 Muara Tawar tidak ada pemanfaatan kembali panas buang untuk unit-unit pembangkit lainnya, maka emisi dari sumber leakage ini sebesar 0
QHR, y	panas buang dari pembangkit Muara Tawar Blok 2.1 dan 2.2 tidak dimanfaatkan kembali untuk tujuan selain pembangkit listrik (QHR,y), maka emisi dari sumber leakage ini sebesar 0
LE HR,Y	**0**

b. PENETAPAN LE UP Stream, y

FC Avg (GJ)	1.690.370,41
FC 2023 (m3)	1.354.459,78
Penggunaan bahan bakar di Muara Tawar Blok 2 pada saat aksi mitigasi lebih rendah daripada konsumsi bahan bakar pada 3 tahun sebelum aksi mitigasi, maka emisi Leakage dari sumber ini sama dengan nol.	
LE Upstream Y	0

6. PENENTUAN EMISI AKSI MITIGASI

Kandungan C	**0,7237**
NCV 2023 (TJ/Gg)	**46,09**
EP_y	**77.986,30**

7. PENENTUAN PENURUNAN EMISI

$$PE_y = BE_y - EP_y - LE_y \quad (8)$$

dimana:

PEy	=	Penurunan emisi pada tahun y (tonCO_2)
BEy	=	Emisi *Baseline* pada tahun y (tonCO_2)
EPy	=	Emisi aksi mitigasi pada tahun y (tonCO_2)
LEy	=	Emisi *Leakage* pada tahun y (tonCO_2)

BE_y	**112.946,25**
EP_y	**77.986,30**
LE_y	**0,00**
Pey	**34.959,94**
PEY (tCO2)-Pembulatan konservatif	**34.959,00**

Lampiran 5. Profil PLTGU Muara Tawar Add On Blok 2

PLTG Blok 2 PT PLN Nusantara Power UP Muara Tawar merupakan unit pembangkitan eksisting yang dikonversi menjadi PLTGU. Gas turbine eksisting merupakan tipe gas turbin 13E2 MXL yang diproduksi oleh Alstom merupakan salah satu gas turbin yang ramah lingkungan dan kemudian dilakukan konversi PLTG menjadi PLTGU dengan menggunakan steam turbine dari Doosan. Konversi ini dilakukan untuk meningkatkatkan kapasitas produksi dengan tidak menambah pencemaran lingkungan sehingga sisa panas gas buang bisa dimanfaatkan kembali untuk memutar generator untuk menghasilkan listrik.

Sebelum dilakukan konversi PLTG menjadi PLTGU proses produksi PLTG Blok 2 yaitu:

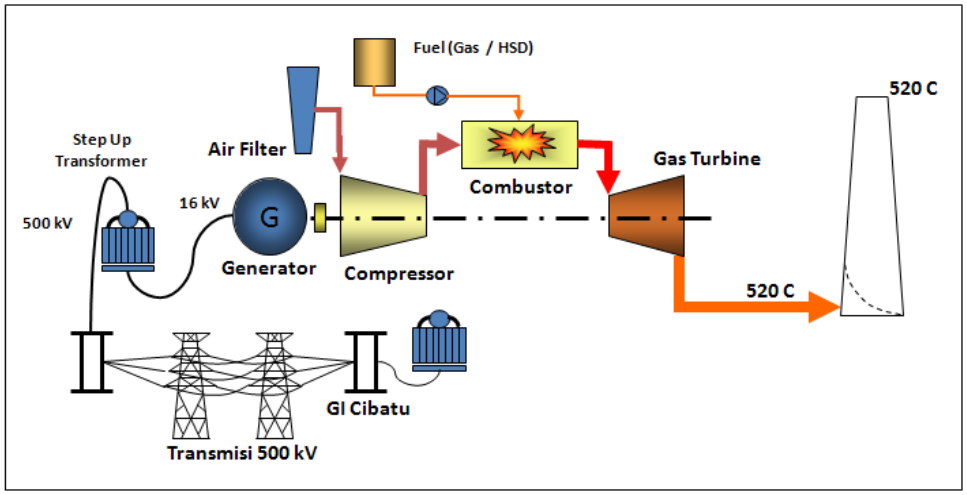
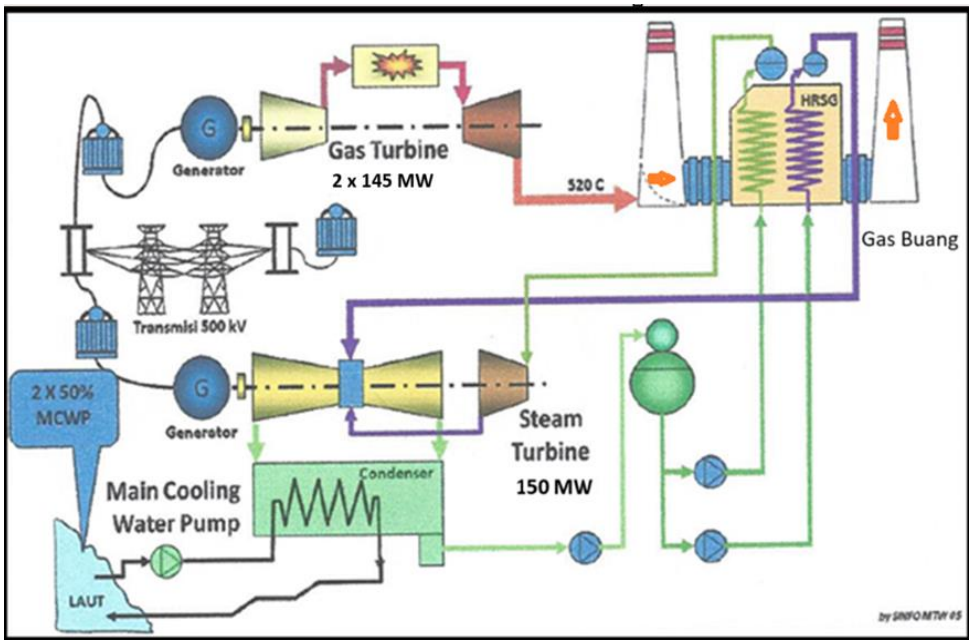


DIAGRAM PROSES PRODUKSI PLTG

Dan setelah konversi PLTG menjadi PLTGU proses produksi PLTGU Blok 2 menjadi:



Lampiran 6. Perencanaan kalibrasi peralatan

No.	Nama Peralatan	Status dan Rencana Kalibrasi	Sertifikat kalibrasi
1	Meteran Gas	Kalibrasi sekali setahun	KEMENTERIAN PERDAGANGAN REPUBLIK INDONESIA T-24-0922-001 **SURAT KETERANGAN HASIL PENGUJIAN** *Certificate of Testing Result* Nomor: T.018/PKTN.4.5/KN/01/2024 Jenis UTTP / *Measuring Instrument* : Meter Gas Turbin Merek / *Trade Mark* : RMG Model/Tipe / *Model/Type* : G1600 No. Seri / *Serial Number* : 835841 Kapasitas Maksimum / *Maximum Capacity* : 2500 m3/h Kapasitas Minimum / *Minimum Capacity* : 130 m3/h Pemilik/Pemakai / *Owner/User* : PT PLN Nusantara Power UP Muara Tawar Lokasi Alat / *Location* : Jl. PLTGU Muara Tawar No. 1 Desa Segarajaya Kec. Tarumajaya, Kab Bekasi Hasil / *Result* : Disahkan berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 1981 tentang Metrologi Legal. SKHP ini terdiri dari 2 (dua) halaman *This certificate consists of 2 (two) pages* Catatan: *Notes:* 1. UTTP ini wajib ditera ulang paling lambat tanggal **12 Januari 2025** *This measuring instrument mandatory to recertificate on 12 January 2025* 2. Apabila tanda tera rusak dan/atau kawat segel putus, UTTP ini wajib ditera ulang *If the verification mark is damaged and/or the seal wire is broken, this measuring instrument must be re-verificated.* 3. Pemutusan tanda tera hanya dapat dilakukan dengan sepengetahuan Direktorat Metrologi *Breaking of the verification mark can only be done with the agreement of the Directorate of Metrology* Bandung, 12 Januari 2024 Kepala Balai Pengujian Alat Ukur, Alat Takar, Alat Timbang dan Alat Perlengkapan Dr. Adi Haryanto, S.T., Mt., Ph.D. NIP: 197809192005021001 Direktorat Jenderal Perlindungan Konsumen Dan Tertib Niaga - Direktorat Metrologi BALAI PENGUJIAN ALAT UKUR, ALAT TAKAR, ALAT TIMBANG DAN ALAT PERLENGKAPAN Jl. Pajajaran No. 27 Bandung 40171 Telp. (022) 4203357 (Hunting), Fax. (022) 4207035 Dilarang menggandakan sebagian dari surat keterangan ini kecuali secara lengkap	
2	KWh meter	Kalibrasi sekali 5 tahun	PLN **PT. PLN (PERSERO) PUSAT SERTIFIKASI** Jl. Laboratorium Duren Tiga, Jakarta Selatan 12760 Indonesia Phone : +6221 7900054, Fax : +6221 7994149, Email : niaga.pusertif@pln.co.id KAN Komite Akreditasi Nasional LK-07-IDN **SERTIFIKAT KALIBRASI** **CALIBRATION CERTIFICATE** Nomor / *No.* : SKAL/0545/10109333/2023 Identitas alat / *Identity of instrument* Nama / *Name* : METER STATIK ENERGI Pabrik / *Factory* : SCHNEIDER ELECTRIC Tipe / *Type* : ION 8650 Kelas / *Class* : *0,2S* Nomor Seri / *Serial No.* : MW-1809A619-02 Rentang Ukur / *Range* : **TA : 2,5 ; CA : 0,2 ; CL : 2/10/20 A ; 100 ~ 480 V ; 50 Hz** Identitas pemilik / *Identity of owner* Nama / *Name* : PT PLN NUSANTARA POWER UP MUARA TAWAR Alamat / *Address* : BEKASI - JAWA BARAT Catatan / *Note* : - Certified Sticker No. 6701 - CT : 500 A / 1 A ; PT : 500000 V / 110 V Hasil Kalibrasi / *Calibration Results* : Terlampir / *Attached* (lampiran merupakan satu kesatuan dengan sertifikat / *the attachment is an integrated part of this certificate*) Tanggal Terbit / *issued Date* : 22 Februari 2023 Manajer Kalibrasi / *Manager of Calibration* Afrianto Budi B. N.	

No.	Nama Peralatan	Status dan Rencana Kalibrasi	Sertifikat kalibrasi
3	Gas Chromatograph	Sekali setahun	*Certificate* **Maintenance Performance Verification** **This is to certify that the following product:** Product type : GC 7890 A Instrument configuration : Module: GC 7890 A; Product Number: G3440A; Serial Number: US11311034 Company/Institution name : PT PLN Nusantara Power UP Muara Tawar. Address : Jl. PLTGU Muara Tawar No. 1, Desa Segarajaya, Kecamatan Tarumajaya, Kabupaten Bekasi. MPV/Calibration date : 12 September 2023 Next MPV/Calibration date : 11 September 2024 Result : ☒ *Passed All Principal Specification* ☐ *A Number of Parameter Not Passed, Instrument can still be Used* BNM PT. BERCA NIAGA MEDIKA MPV/Calibration performed by : RIANT FIRMAN
4	Digital Thermometer	Sekali setahun	PT. SIGMA GLOBAL MED LABORATORIUM KALIBRASI, PELATIHAN, DAN SERVIS CALIBRATION LABORATORY, TRAINING, AND SERVICE KAN LK-188-IDN Cimanggis Green Residence 2 Jl. Raya Pekayuran RT. 06 RW. 06, Kel. Sukatani, Kec. Tapos, Depok, Jawa Barat 16454 Telp. 081381838428, 089513307412, 081282151680 Email : sigma@globalmed@yahoo.com Website : sigma@globalmed.com **SERTIFIKAT KALIBRASI** No. Sertifikat : SGM 23.02907 Hal/page : 1 dari/of 2 **IDENTITAS ALAT** *(Equipment Identity)* Nama *(Name)* : DIGITAL THERMOMETER Merek *(Merck)* : PARR Tipe/Model *(Type/Model)* : MODEL 6775 No. Seri *(Serial No.)* : A360C Kapasitas *(Capacity)* : 10 – 40 °C Ketelitian *(Resolution)* : 0.001 °C **IDENTITAS PEMILIK** *(Owner Identity)* Nama *(Name)* : PT. PLN NUSANTARA POWER UP MUARA TAWAR BEKASI Alamat *(Address)* : JL. PLTGU MUARA TAWAR BEKASI NO.1 DS. SEGARA JAYA KEC. TARUMA JAYA BEKASI **KONDISI PENGUKURAN** *(Test Condition)* Tanggal Persetujuan *(Approval Date)* : 11 MEI 2023 Tanggal Kalibrasi *(Calibration Date)* : 15 MEI 2023 Tempat Kalibrasi *(Place of Calibration)* : LAB. KALIBRASI PT. SIGMA GLOBAL MED Suhu *(Temperature)* : (23.2 ± 0.6) °C Kelembaban *(Humidity)* : (53.7 ± 1.5) %RH Diterbitkan Tanggal : 18 Mei 2023 *Date of issue* Direktur Tubagus Dilarang memperbanyak dan/atau mempublikasikan Sertifikat ini tanpa izin dari PT. Sigma Global Med *It is prohibited to reproduce and/or publish this Certificate without the permission of PT. Sigma Global Med* Laboratorium Kalibrasi Independen yang telah terakreditasi berdasarkan ISO/IEC 17025:2017 oleh KAN dengan pelayanan kalibrasi alat ukur laboratorium dan industri

No.	Nama Peralatan	Status dan Rencana Kalibrasi	Sertifikat kalibrasi
5	Depth Tape	Sekali Setahun	KEMENTERIAN PERDAGANGAN REPUBLIK INDONESIA TU-24-1410-001 **SURAT KETERANGAN HASIL PENGUJIAN** *Certificate of Testing Result* Nomor: TU.0299/PKTN.4.5/KN/01/2024 Jenis UTTP / *Measuring Instrument* : Depth Tape Merek / *Trade Mark* : LUFKIN Model/Tipe / *Model/Type* : C2920MME590N No. Seri / *Serial Number* : 2212498 / 024.24 Kapasitas Maksimum / *Maximum Capacity* : 20000 mm Pemilik/Pemakai / *Owner-User* : PT PLN Nusantara Power UP Muara Tawar Lokasi Alat / *Location* : Tangki HSD 1-4 PLN NP UP Muara Tawar Hasil / *Result* : Disahkan berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 1981 tentang Metrologi Legal. SKHP ini terdiri dari 2 (dua) halaman *This certificate consists of 2 (two) pages* Catatan: *Notes:* 1. UTTP ini wajib ditera ulang paling lambat tanggal **26 Januari 2025** *This measuring instrument mandatory to reverificate on 26 January 2025* 2. Apabila tanda tera rusak dan/atau kawat segel putus, UTTP ini wajib ditera ulang *If the verification mark is damaged and/or the seal wire is broken, this measuring instrument must be re-verificated* 3. Pemutusan tanda tera hanya dapat dilakukan dengan sepengetahuan Direktorat Metrologi *Breaking of the verification mark can only be done with the agreement of the Directorate of Metrology* Bandung, 28 Januari 2024 Kepala Balai Pengujian Alat Ukur, Alat Takar, Alat Timbang dan Alat Perlengkapan Dr. Ade Haryanto, S.T., M.T., Ph.D. NIP: 197809192005021001 Direktorat Jenderal Perlindungan Konsumen Dan Tertib Niaga – Direktorat Metrologi **BALAI PENGUJIAN ALAT UKUR, ALAT TAKAR, ALAT TIMBANG DAN ALAT PERLENGKAPAN** Jl. Pasteur No. 27 Bandung 40171, Telp. (022) 4203587 (Hunting), Fax. (022) 4207035 Dokumen ini dikomunikasikan secara digital: harap lakukan scanning pada QR-Code untuk memastikan keaslianya Dilarang menggandakan sebagian dari ini surat keterangan ini secual secara lengkap