



## DOKUMEN RANCANGAN AKSI MITIGASI (DRAM)

### A. Penjelasan tentang aksi yang diusulkan

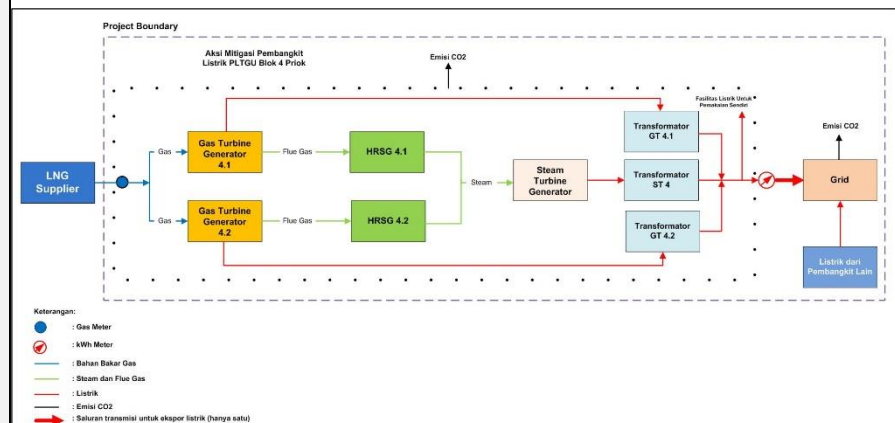
#### A.1. Judul kegiatan

Pengoperasian Pembangkit Listrik Baru Berbahan Bakar Liquefied Natural Gas (LNG)  
PLTGU Priok Blok 4

#### A.2. Penjelasan umum aksi dan teknologi yang diterapkan

Status Kegiatan	Pengoperasian PLTGU Priok Blok 4 beroperasi sejak 20 Mei 2019, hingga saat pengajuan validasi DRAM kegiatan sedang berjalan
Tujuan Umum	PLTGU Priok Blok 4 dibangun atas dasar meningkatnya kebutuhan dasar listrik pada sistem JAMALI yang mengalami pertumbuhan rata – rata 6,08% pada periode tahun 2013-2022. Untuk itu pembangunan PLTGU Blok 4 ini dilakukan dengan kapasitas terpasang sebesar 909,5 MW yang sebagian besar produksi listrik di wilayah Daerah Khusus Jakarta. Pembangunan PLTGU Blok 4 berdampak terhadap penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di On Grid JAMALI
Tujuan Khusus dan Deskripsi Aksi	<p>Tujuan khusus :</p> <p>PLTGU Priok Blok 4 PT PLN Indonesia Power PLTGU Priok merupakan salah satu pembangkit dengan bahan bakar LNG dengan Teknologi Gas Turbin Terbaru dan pertama di Indonesia. Dalam pengembangannya pembangkit ini menemui beberapa hambatan terkait infrastruktur jaringan dan bahan bakar.</p> <p>Sehingga dalam operasionalnya, PLTGU Priok Blok 4 perlu dukungan untuk mengatasi beberapa hambatan tersebut, melalui keikutsertaannya dalam skema SPEI (Sertifikat Pengurangan Emisi Indonesia) pada SRN KLHK.</p>

## Deskripsi Aksi :



Gambar 1. Flow Proses dan Batasan Aksi Mitigasi PLTGU Blok 4

Proses produksi listrik PLTGU diawali dengan udara masuk ke kompresor, lalu dialirkan ke ruang bakar bersama bahan bakar gas untuk menghasilkan gas panas. Gas panas ini memutar turbin gas yang kemudian memutar generator untuk menghasilkan listrik. Sisa gas panas dari turbin gas digunakan di HRSG untuk menghasilkan uap bertekanan tinggi. Uap ini masuk ke turbin uap, memutar turbin, dan akhirnya memutar generator untuk menghasilkan listrik. Listrik yang dihasilkan akan disalurkan ke Grid JAMALI. PLTGU Priok Blok 4 Menggunakan teknologi Mitsubishi M701F4 dengan Efisiensi Kinerja mencapai 50,12% sesuai data *Commissioning Uji Heat Rate* Tahun 2019. PLTGU Priok Blok 4 juga dilengkapi *Dry Low NOx Burner* untuk meminimalisir emisi gas buang. Efisiensi kinerja yang tinggi tersebut menyebabkan emisi GRK PLTGU Priok Blok 4 lebih rendah dibandingkan dengan rata-rata tertimbang emisi GRK dari unit-unit pembangkit (yang dinyatakan dalam faktor emisi jaringan ketenagalistrikan/Grid EF JAMALI).

Pada tahun 2021 - 2023, PLTGU Priok Blok 4 sudah menyuplai listrik sebesar 12.513 GWh untuk kebutuhan listrik di jaringan grid JAMALI. Selain itu, PLTGU Priok Blok 4 memiliki peran yang sangat penting dalam menyangga kelistrikan, khususnya pasokan listrik di ring 1 seperti istana wakil presiden, Bandara Halim Perdana Kusuma, pangkalan TNI Halim, dan berbagai objek vital dan tempat VVIP lainnya di Daerah Khusus Jakarta.

## Spesifikasi Peralatan Utama :

1. Gas Turbine  
Tipe : Open Cycle Single Shaft M701F4
2. HRSG  
Tipe : Triple Pressure Natural Circulation Reheat Type (Horizontal Gas Flow)
3. Steam Turbine  
Tipe : TC2F-40

	<p>4. Generator Tipe : Indirectly Hydrogen Cooled Turbine Generator</p> <p>5. Transformator Tipe : Step Up Trafo 3phase</p> <p>Untuk Spesifikasi lebih lengkap, terdapat pada lampiran 30. Spesifikasi Peralatan Utama</p>
--	--

#### A.3. Identitas Peserta Skema SPEI

Organisasi/Entitas	PT PLN Indonesia Power PLTGU Priok
Jenis Organisasi/Entitas	BUMN (Sektor Pembangkit Listrik)
Peran dalam Aksi Mitigasi	Pemilik Aksi Mitigasi, sekaligus berperan sebagai pengelola aksi mitigasi
Bagian Kepemilikan SPE-GRK:	100%
Nama perwakilan	I G A N Subawa Putra
Jabatan	General Manager PT PLN Indonesia Power PLTGU Priok
Telepon	021 – 435 3914
Email	sektgp@plnindonesiapower.co.id
Website	<a href="http://www.plnindonesiapower.co.id">www.plnindonesiapower.co.id</a>
Alamat	Jalan Laksamana R.E Martadinata, Kelurahan Ancol, Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara, Indonesia
Kecamatan	Pademangan
Kota	Jakarta Utara
Provinsi	Daerah Khusus Jakarta
Kode Pos	14430

#### A.4. Identitas Perwakilan dan Narahubung

Organisasi	PT PLN Indonesia Power
------------	------------------------

Nama lengkap	Suryanto Aripin
Jabatan	Manager Environment Management I PT PLN Indonesia Power <i>Head Office</i>
Handphone	08158186994
Email	<a href="mailto:suryanto.arifin@plnindonesiapower.co.id">suryanto.arifin@plnindonesiapower.co.id</a>

#### A.5. Lokasi aksi mitigasi, termasuk koordinat lintangnya

Kelurahan	Ancol
Kecamatan	Pademangan
Kota	Jakarta Utara
Provinsi	Daerah Khusus Jakarta
Kode Pos	14430
Longitude/Latitude	6°06'30"S dan 106°52'14"E atau (-6.10831898 ; 106.87017472)

#### A.6. Durasi Proyek

Tanggal Mulai Durasi Proyek	01 Januari 2021
Durasi Proyek yang Dipilih	7 Tahun (keterangan : bisa diperbarui)

#### A.7. Kontribusi untuk Pembeli Kredit GRK:

Semua reduksi emisi Gas Rumah Kaca merupakan milik PT PLN Indonesia Power
---

#### A.8. Analisa *Additionality*

Tanggal mulai aksi mitigasi	20 Mei 2019 (Tanggal COD, Commercial Operating Date)
Apakah aksi mitigasi ini diwajibkan oleh kebijakan pemerintah?	Tidak Diwajibkan
Hambatan pelaksanaan	<p><u>Infrastructure Barrier</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kebutuhan bahan bakar gas secara operasional pada Blok 1-4 yaitu 470 BBTUD sedangkan kemampuan penyaluran infrastruktur gas yang tersedia adalah sebesar 370 BBTUD (hanya 79% dari kapasitas design) yang menjadi tidak optimal, dengan harga pada kontrak gas saat ini. Terdapat gap sebesar 100 BBTUD untuk memenuhi kebutuhan pembangkitan energi listrik tersebut (MWh). Oleh karena itu, perlu dilakukan peningkatan daya beli untuk pasokan gas tambahan yang cenderung lebih mahal, atau opsi peningkatan kapasitas infrastruktur yang membutuhkan tambahan pendanaan. Pasokan gas yang ada stoknya bersifat dinamis, tidak terbatas pada satu sumber pemasok saja dalam periode waktu tertentu, sehingga kebutuhan gas PLTGU Priok Blok 4 bisa dipenuhi (<i>supply</i>) dari sumber pemasok gas lainnya (hal ini tidak berkontradiksi dengan kriteria D pada BAB B.2 dibawah). Hal ini seiring dengan perubahan fungsi pengoperasian PLTGU Priok Blok 4 dari beban menengah ke beban dasar sebagai pengganti pengoperasian PLTU Batubara guna mencapai target Net Zero Emission, NZE Sektor Pembangkit Listrik pada tahun 2030. Seperti pada poin 1 dari hambatan teknologi di atas, diharapkan dengan keikutsertaan aksi mitigasi ini pada skema SPEI melalui SRN KLHK akan dapat memberikan sejumlah besaran insentif pendanaan karbon, berkontribusi positif hingga USD 1 juta atau Rp 15 milyar per tahunnya, atau lebih, pada upaya mengamankan ketersediaan yang lebih baik untuk pasokan bahan bakar gas alam bagi Indonesia Power UBP Priok, sehingga mengatasi sebagian hambatan teknologi ini. Sebagai catatan tambahan, diasumsikan untuk mengamankan pasokan gas alam melalui FSRU Lampung dan jaringan pipa gas PGN akan menimbulkan tambahan biaya TUA (terminal unit agreement) yang diestimasikan dapat mencapai beberapa ratus milyar Rupiah per tahunnya sebagai</li> </ol>

	kenaikan biaya gas bahan bakar, yang menambah beban operasional unit pembangkit.
	2. Pengoperasian PLTGU Priok Blok 4 saat ini masih memiliki <i>Capacity Factor</i> (CF) yang relatif rendah. Baru pada tahun-tahun berikut, seiring rencana perubahan fungsi pengoperasian PLTGU Priok Blok 3 dari beban menengah ke beban dasar (baseload), pada nantinya produksi Listrik (besaran CF) baru akan dapat naik, yang hingga saat ini CF masih belum terlalu tinggi, sehingga pengembalian investasi PLTGU juga belum cukup tinggi.

#### A.9. Lain-lain

--

### B. Penerapan metodologi yang telah disetujui

#### B.1. Pemilihan Metodologi

Judul metodologi	Pembangunan Pembangkit Listrik Baru Berbahan Bakar Gas Bumi
Jenis metodologi yang digunakan	Referensi: SK Dirjen No. SK.38/PPI/IGAS/PPI.2/11/2020 yang diusulkan oleh Direktorat Teknik dan Lingkungan, Ditjen Gatrik KESDM mengacu pada CDM ACM0025 Versi 02.0.0 Metodologi ini termasuk dalam kategori Penerapan Teknologi Energi Bersih (MSEP-009).
Nomor metodologi	MSEP-009 yang ditetapkan tanggal 20 November 2020

#### B.2. Kriteria/persyaratan dari metodologi yang digunakan

No.	Kriteria kelayakan penerapan metodologi	Pelaksanaan oleh Peserta Skema SPEI
Kriteria a	Kegiatan aksi mitigasi adalah pembangunan dan pengoperasian pembangkit listrik berbahan bakar gas LNG Baru yang memasok listrik : (i) Ke sistem interkoneksi tenaga listrik atau	Kegiatan aksi mitigasi adalah pembangunan dan pengoperasian pembangkit listrik berbahan bakar LNG baru yang bernama PLTGU Priok Blok 4. Hasil pengoperasian PLTGU hanya

	(ii) Ke sistem interkoneksi tenaga listrik dan ke fasilitas konsumen listrik	berupa produksi listrik dan disalurkan ke sistem interkoneksi JAMALI.
Kriteria b	Jika pembangkit listrik aksi mitigasi menghasilkan tambahan panas, maka panas yang dihasilkan tidak dapat diklaim sebagai pengurangan emisi;	PLTGU Priok Blok 4 tidak menghasilkan tambahan panas yang sudah didesain sebagai pembangkit <i>combine cycle</i> . Oleh karena itu tidak ada tambahan panas yang digunakan selain untuk PLTGU Priok Blok 4.
Kriteria c	Gas LNG merupakan bahan bakar utama di aktivitas aksi mitigasi. Sejumlah kecil bahan bakar start-up atau tambahan lainnya dapat digunakan, tetapi tidak boleh lebih dari 1% terhadap total bahan bakar yang digunakan setiap tahun (dalam satuan energi);	PLTGU Priok Blok 4 tidak ada penggunaan bahan bakar lain untuk <i>start up</i> .
Kriteria d	Gas LNG dan/atau Gas Alam Cair (LNG) cukup tersedia, sehingga jika terjadi penambahan kapasitas pembangkit berbasis gas LNG di masa depan, tidak ada kendala ketersediaan penggunaan gas LNG dalam aksi mitigasi.	Total cadangan terbukti gas Indonesia pada 31 Desember 2021 mencapai 42,93 TSCF dengan produksi rata-rata 3,58 TSCF per tahun yang diperkirakan cukup untuk mensuplai kebutuhan domestik. Berdasarkan penggunaan tahun 2021 kebutuhan bahan bakar pada PLTGU Blok 4 sebesar 25.111.438 MMBTU setara dengan pemakaian rata-rata 0,02 TSCF/Tahun (0,000564% dari cadangan Nasional Tahun 2021). Seiring dengan peningkatan kebutuhan LNG, maka produksi LNG kedepan akan dimaksimalkan untuk memenuhi permintaan konsumen termasuk PLTGU Priok Blok 4.

## C. Perhitungan penurunan emisi

### C.1. Deskripsi Skenario *Baseline*

Sejalan dengan persyaratan metodologi MSEP-009 dalam pemilihan dan penentuan skenario baseline, alternatif-alternatif berikut dianalisis untuk menentukan skenario dasar mana yang paling menarik, kredibel dan realistis terhadap usulan aksi mitigasi yang menghasilkan keluaran atau jasa yang sama dengan usulan aksi mitigasi:

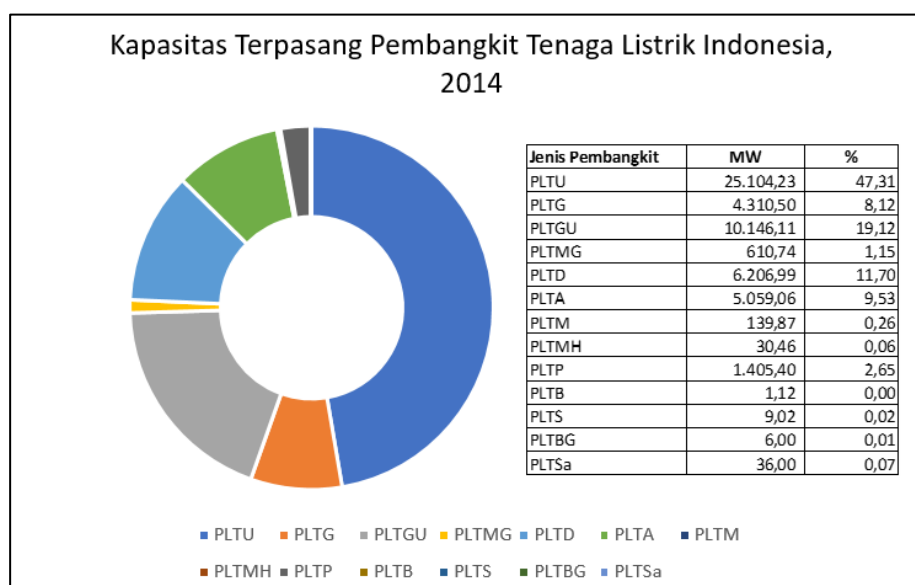
- P.1 : konstruksi dari 1 (satu) atau beberapa pembangkit listrik lainnya menggunakan gas bumi, tetapi dengan teknologi selain pembangkit aksi mitigasi
- P.2 : konstruksi dari 1 (satu) atau beberapa pembangkit listrik lainnya menggunakan bahan bakar fosil selain gas bumi
- P.3 : konstruksi dari 1 (satu) atau beberapa pembangkit listrik lainnya yang merupakan pembangkit energi baru terbarukan; atau
- P.4 : aksi poyek yang diusulkan dilakukan tanpa diregistrasi di Sistem Registri Nasional.

Untuk menjalankan analisis ini, beberapa pertimbangan berikut menjadi perhatian penting:

- i. PLTGU Priok Blok 4 sebagai usulan aksi mitigasi dibangun di lokasi dimana sebelumnya telah beroperasi PLTU Priok berbahan bakar batu bara (teknologi pembangkit uap konvensional (*subcritical steam powerplant*)). PLTU Priok tidak lagi beroperasi di lokasi tersebut, maka PLTGU Priok Blok 4 beroperasi menggantikannya di lahan yang sama
- ii. PLTGU Priok Blok 4 dibangun untuk menyalurkan listrik ke sistem interkoneksi JAMALI (Jawa-Madura-Bali)

#### Identifikasi alternatif skenario baseline

Berdasarkan Statistik Ketenagalistrikan Indonesia Tahun 2014 yang dipublikasikan oleh Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral pada November, 2015, kapasitas terpasang pembangkit tenaga listrik nasional tahun 2014 sebesar 53.065,5 MW.



Gambar 2. Bauran kapasitas terpasang untuk berbagai jenis pembangkit pada tahun 2014 (KESDM, 2015)



Berdasarkan informasi pada Gambar 2, untuk alternatif skenario P.1 yang teridentifikasi mencakup:

P.1(a): konstruksi PLTG

P.1(b): konstruksi PLTGU

Selain itu, alternatif skenario P.2 yang teridentifikasi mencakup:

P.2(a): konstruksi PLTU

P.2(b): konstruksi PLTD

Dan, alternatif skenario P.3 yang teridentifikasi mencakup:

P.3(a): konstruksi PLTA

P.3(b): konstruksi PLTS

P.3(c): konstruksi PLTP

P.3(d): konstruksi PLTB

P.3(e): konstruksi PLTBG

Analisis seluruh alternatif yang teridentifikasi dan kesesuaiannya sebagai skenario baseline yang layak dijelaskan sebagai berikut.

No.	Deskripsi Alternatif	Identifikasi Kelayakan
P.1(a)	Konstruksi PLTG	<p>Alternatif ini dapat menghasilkan keluaran yang sebanding dengan Aksi Mitigasi yang diusulkan. PLTG merupakan teknologi pembangkit listrik yang menggunakan turbin gas dengan siklus terbuka. Di Indonesia, teknologi ini telah digunakan di beberapa wilayah yang membutuhkan pembangkit listrik dengan waktu respons yang cepat, seperti untuk kebutuhan daya puncak. Pembangkit Listrik berbahan bakar gas di Indonesia mengambil pangsa sebesar 8,12% (data tahun 2014), dengan cadangan terbukti gas alam yang tersedia di Indonesia sebesar 2,9 triliun meter kubik. Mengingat Indonesia memiliki cadangan gas alam yang cukup besar, teknologi ini menjadi pilihan yang realistis untuk memenuhi kebutuhan listrik yang mendesak dan fleksibel. Indonesia memiliki infrastruktur yang berkembang untuk produksi, pengolahan, dan distribusi gas alam, termasuk jaringan pipa gas, fasilitas pencairan gas (LNG), dan terminal penerimaan gas. PLTG memiliki efisiensi operasi yang lebih rendah dibandingkan dengan siklus gabungan (combined cycle).</p> <p><b><u>Kesimpulan: Opsi P.1(a) Alternatif skenario yang layak</u></b></p>
P.1(b)	Konstruksi PLTGU	<p>Alternatif ini dapat menghasilkan keluaran yang sebanding dengan Aksi Mitigasi yang diusulkan. Pembangkit Listrik berbahan bakar gas di Indonesia mengambil pangsa</p>

		<p>sebesar 8,12% (data tahun 2014), dengan cadangan terbukti gas alam yang tersedia di Indonesia sebesar 2,9 triliun meter kubik. Mengingat Indonesia memiliki cadangan gas alam yang cukup besar, teknologi ini menjadi pilihan yang realistis untuk memenuhi kebutuhan listrik yang mendesak dan fleksibel. Indonesia memiliki infrastruktur yang berkembang untuk produksi, pengolahan, dan distribusi gas alam, termasuk jaringan pipa gas, fasilitas pencairan gas (LNG), dan terminal penerimaan gas. Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap merupakan teknologi yang efisien dan memiliki emisi yang lebih rendah dibandingkan dengan pembangkit berbahan bakar fosil lainnya. Mengingat Indonesia memiliki cadangan gas alam yang cukup besar, PLTGU menjadi pilihan yang layak untuk memenuhi kebutuhan listrik dengan efisiensi yang tinggi dan dampak lingkungan yang lebih rendah. Teknologi ini juga cocok untuk integrasi dengan jaringan listrik yang ada dan dapat mendukung stabilitas suplai listrik di Indonesia.</p> <p><b><u>Kesimpulan: Opsi P.1(b) Alternatif skenario yang layak</u></b></p>
P.2(a)	Konstruksi PLTU	<p>Alternatif ini dapat menghasilkan keluaran yang sebanding dengan Aksi Mitigasi yang diusulkan. Pembangkit listrik tenaga uap dengan sumber bahan bakar batu bara menggunakan teknologi subkritis maupun superkritis. Di Indonesia, batu bara adalah sumber energi utama untuk pembangkit listrik karena ketersediaan batu bara yang cukup melimpah dan biaya yang relatif rendah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), menunjukkan bahwa produksi batu bara pada tahun 2013 - 2014 sebesar 256,91 juta Ton dan 253,23 juta Ton. Sementara itu, pemerintah memperkirakan kebutuhan batubara domestik untuk tahun 2014 sebesar 95.550.000 Ton dengan alokasi terbesar untuk PT PLN (Persero) sebesar 57.400.000 ton disusul kemudian untuk IPP 19.9100.000 ton. Hal ini menunjukkan kebutuhan batu bara dapat tercukupi oleh produksi batu bara dalam negeri. PLTU menawarkan efisiensi yang memadai dan telah didukung oleh infrastruktur yang ada serta pengalaman operasional yang luas di seluruh Indonesia.</p> <p><b><u>Kesimpulan: Opsi P.2(a) Alternatif skenario yang layak</u></b></p>
P.2(b)	Konstruksi PLTD	<p>Alternatif ini dapat menghasilkan keluaran yang tidak sebanding dengan Aksi Mitigasi yang diusulkan. PLTD atau Pembangkit Listrik Tenaga Diesel sering digunakan di daerah terpencil atau sebagai pembangkit cadangan karena fleksibilitasnya. Namun, biaya operasi yang tinggi, emisi yang signifikan, dan ketergantungan pada impor bahan bakar membuat teknologi ini tidak layak untuk skala besar atau penggunaan berkelanjutan. Selain itu, PLTD</p>

		memiliki efisiensi yang lebih rendah dan umur operasional yang lebih pendek dibandingkan dengan alternatif lainnya.  <b><u>Kesimpulan: Opsi P.2(b) Alternatif skenario tidak layak (kurang realistis)</u></b>
P.3(a)	Konstruksi PLTA	Tidak tersedianya sumber daya yang cukup hingga dapat realistis memenuhi skala besaran kapasitas pembangkit aksi mitigasi yang akan dibangun, di lokasi yang cukup rasional di dekat pusat beban listrik skala besar sebagai fokus layanan operasional PLTGU Priok-IV, yaitu wilayah Jakarta.  Tidak ada sumber daya energi air atau biomasa atau biogas atau panas bumi, matahari atau angin yang diestimasi memenuhi kebutuhan hingga di atas 450 MW yang dibangun dalam 1 unit operasi (misalnya dari data RUPTL PLN), menjadi kurang sebanding dengan PLTGU Priok IV yang bisa lebih dari dua atau tiga kali lebih besar kapasitasnya, melebihi 700 MW misalnya. Dengan demikian, jika perlu membangun unit pembangkit RE di lokasi yang jauh dari pusat beban Jakarta (mencari lokasi ketersediaan sumber daya energi terbarukan) maka kompleksitas tantangan teknologi dan pembiayaan konstruksi yang muncul menjadi berbeda (disamping juga perlu tambahan infrastruktur transmisi listrik tegangan tinggi dari lokasi yang jauh dari pusat beban), dan juga cenderung sulit untuk memperoleh sumber daya terbarukan untuk kapasitas daya pembangkit sebesar itu.  <b><u>Kesimpulan: Opsi P.3 tidak digunakan karena kurang realistis</u></b>
P.3(b)	Konstruksi PLTS	
P.3(c)	Konstruksi PLTP	
P.3(d)	Konstruksi PLTB	
P.3(e)	Konstruksi PLTBG	

Hasil analisis di atas menghasilkan alternatif-alternatif berikut sebagai skenario baseline yang layak:

Alternatif P.1(a): konstruksi PLTG

Alternatif P.1(b): konstruksi PLTGU

Alternatif P.2(a): konstruksi PLTU

Dari alternatif-alternatif skenario baseline yang layak tersebut, dipilih alternatif yang dianggap paling menarik secara ekonomi. Hal ini diidentifikasi dengan membandingkan biaya operasional untuk memproduksi 1 kWh listrik dari setiap jenis pembangkit listrik tertentu, dalam satuan Rp/kWh misalnya, yang dapat terdiri atas biaya bahan bakar, biaya pemeliharaan, biaya penyusutan aset, biaya pegawai dan biaya lain-lain.

Total komponen biaya tersebut dari Statistik PLN 2015 (yang dipublikasi pada 2016):

Alternatif P.1(a): konstruksi PLTG = Rp 3.306,22 / kWh,

Alternatif P.1(b): konstruksi PLTGU = Rp 1.054,99 / kWh, dan

Alternatif P.2(a): konstruksi PLTU = Rp 541,78 / kWh

Berdasarkan data tersebut maka alternatif **P.2(a): konstruksi Pembangkit Listrik Tenaga Uap Berbahan Bakar Batubara** memiliki indikator finansial (biaya untuk

menghasilkan listrik per kWh) yang paling rendah, sehingga **alternatif ini dipilih sebagai skenario baseline yang paling menarik** di antara alternatif lain yang diidentifikasi.

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

<b>Emisi <i>Baseline</i></b>			
<b>Sumber-sumber emisi dan/atau serapan</b>	<b>Tipe (jenis) GRK</b>	<b>Termasuk/Tidak</b>	<b>Justifikasi/Penjelasan</b>
Sumber Emisi gas rumah kaca yang akan terjadi pada sistem jaringan JAMALI jika tidak ada pengoperasian PLTGU Priok Blok 4 adalah emisi CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Termasuk	Sumber Emisi Utama
	CH <sub>4</sub>	Tidak	Tidak dipertimbangkan, <a href="#">menurut MSEP-009</a>
	N <sub>2</sub> O	Tidak	Tidak dipertimbangkan, <a href="#">menurut MSEP-009</a>
<b>Emisi Aksi</b>			
<b>Sumber-sumber emisi dan/atau serapan</b>	<b>Tipe (jenis) GRK</b>	<b>Termasuk/Tidak</b>	<b>Justifikasi/Penjelasan</b>
Sumber emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari pengoperasian PLTGU Priok Blok 4 adalah CO <sub>2</sub> akibat dari pembakaran LNG.	CO <sub>2</sub>	Termasuk	Sumber Emisi Utama
	CH <sub>4</sub>	Tidak	Tidak dipertimbangkan, <a href="#">menurut MSEP-009</a>
	N <sub>2</sub> O	Tidak	Tidak dipertimbangkan, <a href="#">menurut MSEP-009</a>
<b>Emisi <i>Leakage</i></b>			
<b>Sumber-sumber emisi dan/atau serapan</b>	<b>Tipe (jenis) GRK</b>	<b>Termasuk/Tidak</b>	<b>Justifikasi/Penjelasan</b>
Sumber emisi gas rumah kaca yang dipertimbangkan dalam perhitungan emisi leakage adalah emisi fugitive dari pengadaan LNG (ekstraksi, pemrosesan, pencairan, transportasi, regasifikasi dan distribusi bahan bakar)	CO <sub>2</sub>	Termasuk	Sumber Emisi Utama
	CH <sub>4</sub>	Tidak	Tidak dipertimbangkan, <a href="#">menurut MSEP-009</a>
	N <sub>2</sub> O	Tidak	Tidak dipertimbangkan, <a href="#">menurut MSEP-009</a>

### C.3. Perkiraan pengurangan emisi dari aksi mitigasi

Pada perhitungan pengurangan emisi aksi mitigasi menggunakan metodologi MSEP-009 tentang Pembangunan Pembangkit Listrik Baru Berbahan Bakar Gas Bumi, dimana persamaan perhitungannya yaitu :

$$PE_y = BE_y - EP_y - LE_y$$

Keterangan :

$PE_y$  = Penurunan emisi pada tahun y (tonCO<sub>2</sub>)

$BE_y$  = Emisi *Baseline* pada tahun y (tonCO<sub>2</sub>)

$EP_y$  = Emisi aksi mitigasi pada tahun y (tonCO<sub>2</sub>)

$LE_y$  = Emisi *Leakage* pada tahun y (tonCO<sub>2</sub>)

Korelasi Pengurangan Emisi (PE) PLTGU Priok Blok 4, yaitu sebagai berikut:

$$PE = BE - EP - LE$$

- Perhitungan Baseline Emisi (BE)

$$BE = EGP_{PJ,grid,y} \times EF_{BL,grid,CO_2,y}$$

Keterangan:

$EGP_{PJ,grid,y}$  = Produksi listrik netto yang disalurkan ke jaringan interkoneksi JAMALI pada tahun y (MWh)

$EF_{BL,grid,CO_2,y}$  = Menggunakan faktor emisi GRK sistem ketenagalistrikan Combine Margin (CM) ex-post (OM = 0,5 BM = 0,5) sebesar 0,87 TonCO<sub>2</sub>/MWh

#### Penentuan Faktor Emisi CO<sub>2</sub> *baseline* ( $EF_{BL,grid,CO_2,y}$ )

Penentuan Faktor Emisi CO<sub>2</sub> *baseline* ( $EF_{BL,grid,CO_2,y}$ ) sesuai dengan ketentuan Metodologi MSEP-009 perlu mempertimbangkan ketidakpastian, sehingga peserta aksi harus menggunakan faktor emisi terendah (menerapkan sifat konservatif) untuk penentuan  $EF_{BL,grid,CO_2,y}$  di antara pilihan-pilihan berikut:

EF1	Faktor Emisi GRK Sistem Ketenagalistrikan <i>Build Margin ex-post</i> , Untuk perhitungan penurunan emisi secara ex-ante, digunakan faktor emisi GRK sistem ketenagalistrikan grid JAMALI <i>Build Margin ex-post</i> sebesar 0,94 ton CO <sub>2</sub> /MWh. (Sumber: “Faktor Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Sistem Interkoneksi Ketenagalistrikan Tahun 2019” yang ditetapkan oleh ESDM pada tahun 2021)
EF2	Faktor Emisi GRK Sistem Ketenagalistrikan <i>Combined Margin ex-post</i> ,

	<p>Untuk perhitungan penurunan emisi secara <i>ex-ante</i>, digunakan faktor emisi GRK sistem ketenagalistrikan grid JAMALI <i>combine margin ex-post</i> (OM = 0,5 dan BM = 0,5) sebesar 0,87 ton CO2/MWh.</p> <p>(Sumber: “Faktor Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Sistem Interkoneksi Ketenagalistrikan Tahun 2019” yang ditetapkan oleh ESDM pada tahun 2021)</p>												
EF3	<p>Faktor emisi dari teknologi dan bahan bakar (EF<sub>BL,Tech,CO2</sub>), diidentifikasi sebagai skenario dasar yang paling menarik di antara alternatif P1 hingga P4. Faktor emisi untuk EF3 dihitung sesuai persamaan berikut:</p> $EF_{BL,Tech,CO2} = \frac{EF_{BL}}{\eta_{BL}} \times 3,6$ <p>dimana:</p> <table><tr><td>EF<sub>BL,Tech,CO2</sub></td><td>=</td><td>Faktor emisi dari teknologi baseline dan bahan bakar (tCO2/MWh)</td></tr><tr><td>EF<sub>BL</sub></td><td>=</td><td>Faktor emisi CO2 bahan bakar baseline (tCO<sub>2</sub>/GJ)</td></tr><tr><td>η<sub>BL</sub></td><td>=</td><td>efisiensi teknologi baseline (rasio)</td></tr><tr><td>3,6</td><td>=</td><td>faktor konversi dari GJ ke MWh (GJ/MWh)</td></tr></table> <p>Berdasarkan identifikasi, penetapan dan pemilihan skenario baseline yang dijelaskan pada bagian C.1. Deskripsi Skenario Baseline, skenario baseline yang dipilih adalah konstruksi pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar batu bara (PLTU).</p> <p>Berdasarkan <i>Tool: Determining the baseline efficiency of thermal or electric energy generation systems</i>. Pada Tabel efisiensi <i>default</i> untuk pembangkit listrik dengan kapasitas lebih dari 1 MW. Pada teknologi Subcritical Coal di bawah tahun 2000 didapatkan nilai efisiensi sebesar 37%.</p> <p>Jika Faktor Emisi Coal (EF<sub>BL</sub>) = 0,0928 tCO2/GJ (Sumber : IPCC Guidelines for national GHG Inventories Tabel 1.4 Vol. 2 Energi untuk Bahan Bakar Subituminous Coal), dengan menggunakan rumus diatas didapatkan nilai EF3 = 0,903 Ton CO2/MWh</p>	EF <sub>BL,Tech,CO2</sub>	=	Faktor emisi dari teknologi baseline dan bahan bakar (tCO2/MWh)	EF <sub>BL</sub>	=	Faktor emisi CO2 bahan bakar baseline (tCO <sub>2</sub> /GJ)	η <sub>BL</sub>	=	efisiensi teknologi baseline (rasio)	3,6	=	faktor konversi dari GJ ke MWh (GJ/MWh)
EF <sub>BL,Tech,CO2</sub>	=	Faktor emisi dari teknologi baseline dan bahan bakar (tCO2/MWh)											
EF <sub>BL</sub>	=	Faktor emisi CO2 bahan bakar baseline (tCO <sub>2</sub> /GJ)											
η <sub>BL</sub>	=	efisiensi teknologi baseline (rasio)											
3,6	=	faktor konversi dari GJ ke MWh (GJ/MWh)											
EF4	<p>Tidak berlaku. PLTGU Priok Blok 4 tidak mensuplai listrik ke fasilitas konsumsi listrik.</p>												

Berdasarkan faktor emisi yang sudah dijabarkan diatas, untuk perhitungan penurunan emisi *ex-ante* pemilihan nilai  $EF_{BL,grid,CO_2,y}$  diambil berdasarkan nilai yang lebih konservatif yaitu EF2 sebesar = 0,87 Ton CO<sub>2</sub>/MWh.

- Perhitungan Emisi Proyek (EP)

$$EP = FC \times COEF$$

$$COEF = w_{C,i,y} \times \rho \times 44/12$$

Keterangan:

FC = jumlah konsumsi bahan bakar gas dari proses produksi listrik (m<sup>3</sup>)

COEF = koefisien emisi CO<sub>2</sub> tiap jenis bakar i di tahun y (tCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>)

w<sub>C,i,y</sub> = fraksi Massa Karbon (Weighted Average) bahan bakar gas (Ton Carbon / Ton Gas)

ρ = Massa Jenis gas (kg/m<sup>3</sup>)

44 = Berat molekul CO<sub>2</sub>

12 = Berat atom C

- Perhitungan *Leakage* Emisi (LE)

$$LE_y = (FC_{NG,y} \times NCV_{NG,y} \times EF_{NG,upstream}) - 0 - 0$$

$$LE_y = FC_{NG,y} \times NCV_{NG,y} \times EF_{NG,upstream}$$

Keterangan:

FC<sub>NG,y</sub> = jumlah konsumsi bahan bakar gas dari proses produksi listrik (m<sup>3</sup>)

NCV<sub>NG,y</sub> = Nilai kalor bersih (weighted average) bahan bakar gas (GJ/m<sup>3</sup>)

EF<sub>NG,upstream</sub> = Faktor emisi upstream dari produksi Liquefied Natural Gas sebesar 16,2 tCO<sub>2</sub>e/TJ

Adapun untuk detail perhitungan pengurangan emisi dari aksi mitigasi dapat dilihat pada Lampiran : Perhitungan Baseline Penurunan Emisi. Berdasarkan hasil perhitungan pengurangan emisi aksi mitigasi PLTGU Priok Blok 4 diperoleh data seperti pada table berikut:

Periode	Emisi <i>Baseline</i> (tCO <sub>2</sub> e)	Emisi Aksi (Proyek) (tCO <sub>2</sub> e)	Emisi <i>Leakage</i> (tCO <sub>2</sub> e)	Reduksi Emisi (tCO <sub>2</sub> e)
1 Jan – 31 Des 2021	3.203.443	1.206.025	428.222	1.569.196
1 Jan – 31 Des 2022	3.347.592	1.289.389	462.100	1.596.104
1 Jan – 31 Des 2023	4.399.399	1.678.580	598.230	2.122.590
1 Jan – 31 Des 2024	3.528.087	1.349.432	487.439	1.691.216
1 Jan – 31 Des 2025	3.257.909	1.246.094	450.111	1.561.704

Periode	Emisi <i>Baseline</i> (tCO <sub>2</sub> e)	Emisi Aksi (Proyek) (tCO <sub>2</sub> e)	Emisi <i>Leakage</i> (tCO <sub>2</sub> e)	Reduksi Emisi (tCO <sub>2</sub> e)
1 Jan – 31 Des 2026	3.362.246	1.286.001	464.526	1.611.718
1 Jan – 31 Des 2027	3.081.113	1.178.472	425.685	1.476.955
<b>Total Pengurangan Emisi (tCO<sub>2</sub>e)</b>				<b>11.629.483</b>

#### C.4. Perkiraan jumlah *buffer* penjamin permanensi.

Aksi mitigasi bukan aksi mitigasi penanaman pohon atau kegiatan serupa aforestasi / reforestasi (A/R), sehingga tidak ada resiko permanensi

#### A. Kajian Lingkungan dan Kontribusi pada Pembangunan Berkelanjutan

Apakah aksi mitigasi wajib AMDAL/UKL/UPL?	Wajib AMDAL
Status dokumen AMDAL/UKL/UPL (bila relevan)	Analisis Mengenai Dampak Lingkungan PT PLN Indonesia Power PLTGU Priok Blok 4 terlingkup dalam Addendum AMDAL PLTGU Priok yang ditetapkan sesuai Keputusan Kepala DPMPTSP Provinsi DKI No. No. 40/7.4/31/-1.774.15/2016 tertanggal 3 Juni 2016.
Keterangan singkat tentang kontribusi aksi mitigasi pada pembangunan berkelanjutan	<p>PLTGU Priok Blok 4 berkontribusi pada target pembangunan berkelanjutan (SDGs) pada indikator :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>SDGs Tujuan 9, Indikator 9.4.1 terkait Rasio Emisi CO<sub>2</sub>/Emisi Gas Rumah Kaca dengan nilai tambah sektor industri. Pengoperasian PLTGU Blok 4 akan mengurangi emisi GRK karena menggunakan bahan bakar LNG dan menggunakan Teknologi Combine Cycle yang efisien sehingga menghasilkan biaya produksi yang rendah.</li> <li>SDGs Tujuan 7, Indikator 7.1.1 (a) terkait Konsumsi listrik per kapita. Produksi listrik netto PLTGU Priok Blok 4 yang disalurkan ke sistem jaringan JAMALI akan menambah pasokan yang berdampak terhadap konsumsi listrik per kapita.</li> <li>SDGs Tujuan 8, Indikator 8.5.2 Tentang Tingkat pengangguran terbuka berdasarkan jenis kelamin dan kelompok umur. PLTGU Priok Blok 4 berpartisipasi terhadap penciptaan tenaga kerja</li> </ol>



	<p>lokal yang berperan dalam tahap konstruksi dan tahap operasi.</p> <p>4. SDGs Tujuan 8 Indikator 8.4.2 terkait Konsumsi material domestik (<i>domestic material consumption</i>), dimana pada pembangunan PLTGU Priok Blok 4 menggunakan material domestik dalam negeri dengan mempertimbangkan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) yang tinggi.</p>
--	---

## B. Konsultasi Publik

Tanggal Konsultasi Publik	Peserta	Catatan dari Konsultasi Publik bagi Aksi Mitigasi	Tindak Lanjut
16 Juni 2015	<p>Peserta konsultasi public terdiri dari 32 peserta yang terdiri dari berbagai instansi dan lurah serta tokoh masyarakat dari wilayah yang dekat. Adapun detail peserta terlampir pada Daftar Hadir Peserta Konsultasi Publik Studi Amdal Pembangunan PLTGU Jawa - 2</p>	<p>a. Pada tahap pelaksanaan kegiatan seperti pra konstruksi, konstruksi, maupun operasi selalu berkoordinasi dengan masyarakat, khususnya masyarakat terdekat mulai dari tingkat RT/RW, kelurahan, kecamatan dan pemerintah kota Jakarta utara.</p> <p>b. Melibatkan masyarakat setempat sebagai pekerja proyek</p> <p>c. Berkaitan dengan adanya masyarakat yang masih khawatir terhadap dampak PLTGU maka perlu adanya komunikasi yang tepat untuk meyakinkan mereka</p> <p>d. Menjaga dan melestarikan lingkungan hidup</p>	<p>a. Dilakukan konsultasi publik mengenai rencana proyek pembangunan, mendirikan posko komunikasi &amp; pengaduan dan mengadakan program CSR untuk masyarakat sekitar</p> <p>b. Pada tahap Konstruksi, pengadaan tenaga kerja pada saat konstruksi akan dilaksanakan kontraktor pelaksana dan menggunakan penduduk wilayah studi sebagai tenaga kerja terutama untuk pekerjaan yang tidak memerlukan keahlian khusus. Pemukiman para pekerja tidak disediakan secara</p>

		<p>sekitar agar tetap aman dan asri.</p>	<p>husus. Diperkirakan secara kumulatif jumlah tenaga kerja pada saat konstruksi sebanyak 2.204 orang dan bersifat fluktuatif. Hal ini juga dimasukkan kedalam indikator keberhasilan pengelolaan lingkungan hidup pada tahap konstruksi yaitu terserapnya sebagian tenaga kerja lokal (10%) yang berasal dari warga sekitar dan terbukanya kesempatan kerja. Hal ini menunjukkan komitmen perusahaan dalam memberikan peluang kerja dan meningkatkan pendapatan penduduk sekitar serta mengurangi angka pengangguran.</p> <p>c. Melakukan sosialisasi rencana kegiatan untuk memberikan penjelasan dan meyakinkan kepada masyarakat yang masih khawatir terhadap dampak PLTGU dimana kegiatan ini dilakukan pada</p>
--	--	--	---

			<p>tahap Pra Konstruksi</p> <p>d. Melakukan upaya pengelolaan dan pemantauan lingkungan serta menjalankannya dengan konsisten untuk menjaga dan melestarikan lingkungan hidup sekitar agar tetap aman dan asri baik pada tahap konstruksi, tahap operasional dan tahap pasca operasi.</p>
--	--	--	---

### C. Sumber Daya

Alih Teknologi	<p>Menggunakan teknologi gas turbin terbaru yang diproduksi oleh Mitsubishi Jepang dengan tipe M701F4 yang memiliki efisiensi tertinggi dan pertama kali diterapkan di Indonesia.</p> <p>Pembangunan PLTGU Priok Blok 4 ini menyerap tenaga kerja sebanyak 1244 orang dengan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) sebesar 20,5 %.</p>
Peningkatan Kapasitas	<p>Karena menggunakan teknologi terbaru, maka dilakukan beberapa program pelatihan untuk SDM PLTGU Priok Blok 4 agar kedepannya para operator dan teknisi dapat siap untuk mengoperasikan dan memelihara unit PLTGU Priok Blok 4.</p> <p>Untuk itu telah dilakukan peningkatan pengetahuan dari <i>Mitsubishi Corporation</i>, diantaranya mencakup :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kegiatan Shop Training</li> </ol> <p>Kegiatan Shop Training diikuti oleh 22 peserta baik dari PT Indonesia Power maupun PT PLN (Persero) selama 14 hari sejak tanggal 05 sampai dengan 18 November 2017, dan dilaksanakan pada dua tempat yang berbeda, yaitu Mitsubishi Hitachi Power System</p>

	<p>(MHPS), Takasago, Japan dan Mitsubishi Electric Company (MELCO), Kobe, Jepang. Shop training yang diadakan oleh MHI dan MELCO ini bertujuan untuk memberikan gambaran kepada peserta terkait proses fabrikasi engine PLTGU Priok Blok IV serta <i>overview</i> sistem pembangkit PLTGU secara garis besar.</p> <p>2. Kegiatan <i>Site Training</i></p> <p>Kegiatan <i>Site Training</i> PLTGU Priok Blok 4 berlangsung sejak tanggal 5 Februari sampai dengan 23 Maret 2018 dan diikuti oleh 35 orang peserta. Kegiatan ini dimaksudkan agar para peserta dapat mendapatkan pengetahuan yang cukup perihal proses operasi dan pemeliharaan PLTGU Priok Blok 4 sehingga ketika unit sudah diserahkan terimakan secara penuh dapat mengoperasikan dan memelihara unit dengan baik sesuai standar yang ditetapkan. Adapun materi kegiatan, peserta dan dokumentasi dapat dilihat pada Lampiran 20.</p> <p>3. Kegiatan On The Job Training</p> <p>Kegiatan <i>On The Job Training</i> PLTGU Priok Blok 4 berlangsung sejak tanggal 30 Januari sampai dengan 30 April 2019 dan diikuti 50 orang dari bidang operasi dan teknisi pemeliharaan PLTGU Priok Blok 4. Kegiatan ini dimaksudkan sebagai pelatihan lapangan bagi para personel PLTGU Priok Blok IV setelah mendapatkan pengetahuan yang cukup dari kegiatan <i>Site Training</i> yang telah dilaksanakan sebelumnya. <i>On The Job Training</i> ini berupa pendampingan pelaksanaan operasi dan pemeliharaan bersama kontraktor dan dilaksanakan sejak unit melakukan <i>commisioning</i> sampai dengan selesainya masa <i>warranty</i>.</p>
Jumlah kebutuhan pendanaan	Rp 6.282.718.668.991 setara dengan USD 483.025.960,56
Status pendanaan	Sudah Terpenuhi
Asal pendanaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anggaran PLN</li> <li>• <i>Japan Bank for International Cooperation</i> (JBIC)</li> <li>• <i>The Bank of Tokyo</i></li> <li>• Mitsubishi UFJ Ltd (BTMU)</li> </ul>






	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Australia and New Zealand Banking Group Limited</i> (ANZ) – Mizuho Bank Ltd (Mizuho)</li> </ul>
Struktur pendanaan (dalam persen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekuitas: Anggaran PLN (3%) Rp 182.357.630.332 dan Penyertaan Modal Negara (26%) Rp 1.650.000.000.000</li> <li>• Pinjaman (Loan): JBIC, MUFG, ANZ, dan Mizuho (71%) : Rp 4.450.361.038.659</li> <li>• Hibah : 0%</li> <li>• Pasar Karbon : 0%</li> </ul>

D. Pustaka (References)	
SK Dirjen No. SK.38/PPI/IGAS/PPI.2/11/2020 yang mengacu pada CDM ACM0025, Penerapan Teknologi Energi Bersih (MSEP-009)	
Addendum AMDAL PLTGU Priok	
<i>Manual Book</i> PLTGU Priok Blok 4	
Faktor emisi GRK sistem ketenagalistrikan, DJK 2019	
<i>Tools to calculate emission factor leakage upstream</i>	
Laporan <i>commissioning</i> PLTGU Blok 4	
Pedoman Perhitungan Inventarisasi Sub Bidang Ketenagalistrikan	
<i>Feasibility Study</i> PLTGU Jawa-2 (1x800 MW) Tahun 2014	
Buku Pedoman Teknis Penyusunan Rencana Aksi SDGs Tahun 2020	
Laporan Hasil Pengujian Bahan Bakar Gas PLTGU Priok Blok 4 (CoA)	
Dokumen Konsumsi Bahan Bakar PLTGU Priok Blok 4	
Berita Acara Transaksi Listrik PLTGU Priok Blok 4	
IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006	
Lampiran-lampiran	
Lampiran 1. Struktur Organisasi Pelaksanaan Pemantauan Aksi Mitigasi	
Lampiran 2. Lembar Rencana Pemantauan Aksi Mitigasi	
Lampiran 3. Lembar Identifikasi Dampak dan Rencana Pemantauan Kontribusi Terhadap Pembangunan Berkelanjutan	

Lampiran 4. Peta Lokasi PT PLN Indonesia Power PLTGU Priok Blok 4 ( <i>Longitude dan Latitude</i> )
Lampiran 5. Berita Acara <i>Commercial Operation Date</i> (COD)
Lampiran 6. Rencana Pembangunan SUTET 500 kV
Lampiran 7. Dokumen Kontrak Pengadaan Alokasi LNG PLTGU Priok
Lampiran 8. Rencana Operasi Tahunan
Lampiran 9. Gambar dan Spesifikasi Teknologi Mitsubishi M701F4
Lampiran 10. Laporan Uji <i>Performance</i> Pembangkit yang dilakukan oleh PLN Pusertif
Lampiran 11. Metodologi MSEP-009 dan CDM ACM0025
Lampiran 12. SK Dirjen No. SK.38/PPI/IGAS/PPI.2/11/2020
Lampiran 13. Worksheet Perhitungan Emisi Baseline, Emisi Aksi dan Emisi <i>Leakage</i> PLTGU Priok Blok 4
Lampiran 14. Addendum AMDAL PLTGU Priok
Lampiran 15. Laporan Verifikasi <i>Benchmark</i> PLTGU Priok
Lampiran 16. Laporan Konsumsi Listrik Per Kapita pada Grid JAMALI
Lampiran 17. Laporan Penyerapan Tenaga Kerja pada Tahap Konstruksi dan Operasional
Lampiran 18. <i>Local Content Final Report Jawa 2- Combine Cycle Power Plant</i>
Lampiran 19. Berita Acara Konsultasi Publik
Lampiran 20. Manual Book Teknologi Gas Turbine Mitsubishi M701F4
Lampiran 21. Dokumentasi Pelatihan tahap Konstruksi
Lampiran 22. Dokumentasi Pelatihan tahap Commissioning
Lampiran 23. Dokumentasi Pelatihan tahap Operasi
Lampiran 24. Dokumen Pendanaan Proyek Pembangunan PLTGU Priok Blok 4
Lampiran 25. Pembagian Sumber Dana PLTGU Jawa 2
Lampiran 26. Sertifikat Kalibrasi kWh Meter
Lampiran 27. Sertifikat Kalibrasi Gas Metering

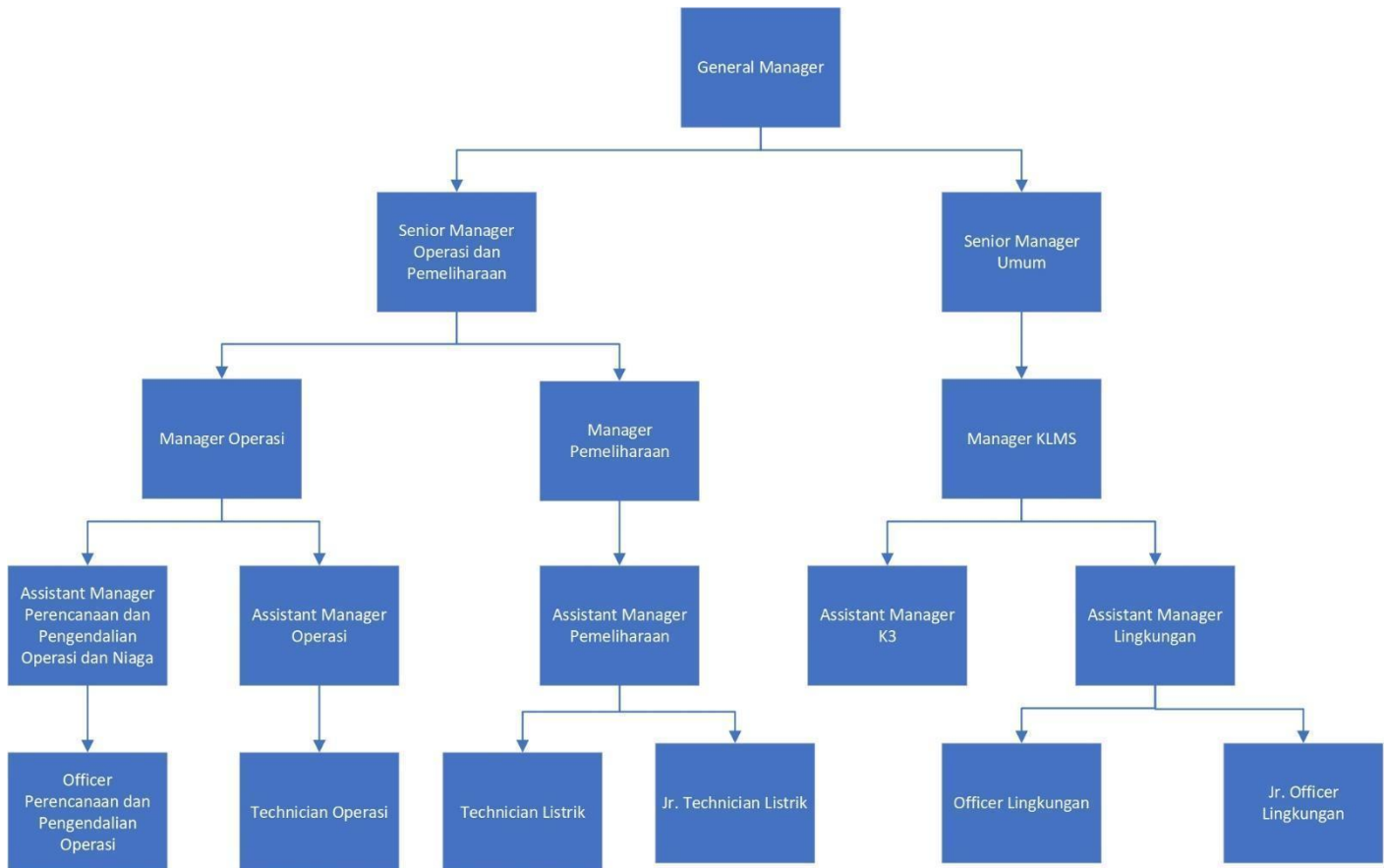
Lampiran 28. Monitoring KWH Meter sesuai Lembar Pemantauan Aksi Mitigasi
Lampiran 29. Monitoring Gas Metering sesuai Lembar Pemantauan Aksi Mitigasi
Lampiran 30. Spesifikasi Peralatan Utama
Lampiran 31. Pemakaian Gas Agustus 2023 Blok 4
Lampiran 32. IK Verifikasi Tera Ulang Gas

#### E. Riwayat perbaikan DRAM

Versi	Tanggal	Keterangan	Pengesahan Perwakilan Penanggung Jawab /Pelaksana Aksi
1	16 Maret 2024	Versi Awal	 I G A N Subawa Putra (General Manager)
2	10 Juni 2024	Revisi Pertama	 I G A N Subawa Putra (General Manager)
3	27 Juni 2024	Revisi Kedua	 I G A N Subawa Putra (General Manager)
4	07 Juli 2024	Revisi Ketiga	 I G A N Subawa Putra (General Manager)
5	26 Juli 2024	Revisi Keempat	 I G A N Subawa Putra (General Manager)

**Lampiran 1. Struktur Organisasi dan Pelaksanaan Pemantauan Aksi Mitigasi [wajib dilampirkan di DRAM]**

Struktur pelaksana pemantauan dan pelaporan:



Jabatan	Peranan
1. General Manager	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penanggung jawab utama atas semua aktivitas dan kegiatan dalam ruang lingkup perusahaan.</li> <li>• Memberikan persetujuan akhir atas hasil perhitungan pengurangan emisi gas rumah kaca.</li> <li>• Menentukan kebijakan umum perusahaan dalam hal pengelolaan mutu data dan informasi.</li> </ul>
2. Senior Manager Operasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bertanggung jawab atas operasional perusahaan dan koordinasi antar departemen.</li> <li>• Memastikan implementasi kebijakan pengurangan emisi di tingkat operasional.</li> </ul>



Jabatan	Peranan
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan Evaluasi terhadap data Pengurangan Emisi GRK (Data kWh)</li> </ul>
3. Senior Manager Umum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bertanggung jawab atas pengelolaan umum dan administrasi perusahaan.</li> <li>• Mendukung General Manager dalam membuat dan mengimplementasikan kebijakan terkait pengurangan emisi.</li> </ul>
4. Manager Operasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengelola kegiatan operasional pembangkitan tenaga listrik sesuai dengan standar operasional yang berlaku</li> <li>• Melakukan pengawasan terkait pemantauan dan ketersediaan data terkait dengan parameter operasional</li> <li>• Melakukan tugas pengelolaan operasional harian.</li> <li>• Mengkoordinasikan aktivitas pengurangan emisi di tingkat departemen.</li> </ul>
5. Manager KLMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan koordinasi dengan bidang terkait dalam memastikan kegiatan produksi memenuhi kaidah dan peraturan lingkungan yang berlaku.</li> <li>• Melakukan verifikasi kesesuaian perhitungan pengurangan emisi mengacu kepada metodologi yang sesuai.</li> <li>• Fokus pada aspek K3L dan keberlanjutan lingkungan.</li> <li>• Menentukan langkah-langkah untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan dan keselamatan.</li> </ul>
6. Manager Pemeliharaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebagai pelaksana penanggung jawab dari aktivitas kegiatan Pemeliharaan peralatan operasi PLTGU Priok</li> <li>• Melakukan pengawasan terkait pemantauan dan terkait dengan keandalan peralatan operasional</li> </ul>
7. Assistant Manager Operasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melaksanakan pendukung operasi dalam pengelolaan lingkungan</li> <li>• Mendukung Manajer Operasi dalam tugas-tugas operasional.</li> <li>• Terlibat dalam implementasi kebijakan pengurangan emisi di tingkat operasional.</li> </ul>
8. Assistant Manager Perencanaan dan Pengendalian Operasi dan Niaga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memastikan perencanaan operasi dan kebutuhan bahan bakar sesuai dengan target operasi dan kinerja unit</li> <li>• Memastikan keandalan KWh meter</li> <li>• Memastikan target produksi listrik tercapai</li> <li>• Melakukan verifikasi data dan Validasi BA transaksi energi listrik</li> </ul>

Jabatan	Peranan
9. Assistant Manager Pemeliharaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melaksanakan pendukung operasi dalam pengelolaan lingkungan</li> <li>• Mendukung Manajer Pemeliharaan dalam tugas pemeliharaan.</li> <li>• Memastikan bahwa pemeliharaan dilakukan dengan memperhatikan aspek lingkungan.</li> </ul>
10. Assistant Manager Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fokus pada keberlanjutan dan kebijakan lingkungan perusahaan.</li> <li>• Mendukung implementasi strategi pengurangan emisi.</li> <li>• Melakukan Perhitungan Penurunan Emisi dari data yang telah diambil oleh Officer dan Jr. Officer Lingkungan</li> </ul>
11. Assistant Manager K3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terlibat dalam aspek K3 dan kebijakan lingkungan</li> <li>• Melakukan tugas yang berkaitan dengan pemeliharaan K3</li> </ul>
12. Jr. Technician & Technician Listrik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melaksanakan pengecekan, pengoperasian dan pemeliharaan PLTGU Priok</li> <li>• Melaksanakan pendukung operasi dalam pengelolaan lingkungan</li> <li>• Melakukan pencatatan data di site</li> </ul>
13. Jr. Officer & Officer Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melaksanakan Program Pengurangan Emisi</li> <li>• Melakukan perhitungan nilai kalori bersih (NCV) dan kandungan karbon bahan bakar gas</li> <li>• Melakukan pencatatan data Pengurangan Emisi GRK (Data kWh)</li> <li>• Melakukan Rekap dan Perhitungan Penurunan Emisi awal bersama Asisten Manajer Lingkungan</li> </ul>
14. Officer Perencanaan dan Pengendalian Operasi dan Niaga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan perencanaan operasi dan kebutuhan bahan bakar</li> <li>• Melakukan rekapitulasi produksi listrik dan pemakaian bahan bakar</li> <li>• Membuat laporan dan berita acara transaksi jual beli listrik</li> <li>• Melakukan perencanaan kalibrasi KWh meter</li> <li>• Melakukan penyusunan BA transaksi tenaga listrik</li> <li>• Melakukan perbandingan data meter utama dan pembanding yang di upload pada neraca energi PLN</li> <li>• Memvalidasi data produksi dari KWh meter yang diambil junior officer</li> </ul>
15. Technician Operasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan pencatatan data operasi kinerja peralatan pembangkit di site</li> </ul>

Jabatan	Peranan
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan pencatatan KWh meter</li> <li>• Melakukan koordinasi penggunaan bahan bakar gas dengan supplier gas</li> </ul>

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 IP 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. Prosedur Perencanaan Operasi : IPM.TGP.5.1
2. Instruksi Kerja Verifikasi Berita Acara KWh : IK.TGP.6.02.09
3. Instruksi Kerja Kalibrasi KWh Meter : IK.TGP.6.03.02
4. Instruksi Kerja Sample Gas PLTGU Priok : IK.TGP.5.05.57
5. Instruksi Kerja Kalibrasi Gas Metering : PB.14.1.2.1.1.TGP

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

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

No.	Parameter	Deskripsi	Perkiraan nilai (Tahun 2024)	Satuan	Sumber data	Metode dan prosedur pengukuran	Frekuensi monitoring	Keterangan lainnya
1	EG pj grid,y	Produksi listrik netto yang disalurkan ke jaringan interkoneksi JAMALI pada tahun y	4.055.272	MWh	kWh Meter Netto Utama dan Pembanding	Ref: Permen ESDM No. 20 tahun 2020 tentang Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik (BAB SC dan MC). Menggunakan kWh meter netto utama dan pembanding yang dikalibrasi secara rutin setiap 5 tahun dan berita acara transaksi listrik (IK.TGP.6.02.09)	Produksi listrik Harian (rekap data produksi harian setiap jam 10.00)	
2	FC <sub>NG,y,btu</sub>	Konsumsi gas bumi PLTGU Priok Blok 4 pada tahun y	28.132.380	MMBTU	Gas metering supplier	Menggunakan Gas metering supplier yang dikalibrasi secara rutin setiap 1 tahun dan/atau ditemukan indikasi abnormal pada metering.	Konsumsi bahan bakar gas harian (rekap data konsumsi gas harian setiap jam 24.00)	Gas metering supplier berada di Station Plant Gas
3	NCV <sub>NG,y,mass</sub>	Nilai kalor bersih ( <i>weighted average</i> ) bahan bakar gas PLTGU Priok Blok 4	961,835	BTU/ft3	Sertifikat Hasil Uji Bahan Bakar Gas (CoA)	Penghitungan NCV dilakukan secara <i>weighted average</i> dengan menggunakan data LHV pada CoA pada tahun y	Bulanan	
4	w <sub>C,l,y</sub>	Fraksi Massa Karbon (Weighted Average) bahan bakar gas PLTGU Priok Blok 4	0,75471	(Ton Carbon / Ton Gas)	Sertifikat Hasil Uji Bahan Bakar Gas (CoA)	Perhitungan fraksi massa karbon dilakukan menggunakan pedoman perhitungan dan pelaporan inventarisasi emisi Gas rumah kaca subbidang ketenagalistrikan yang dipublikasi oleh Dirjen Ketenagalistrikan Tahun 2021. Perhitungan dilakukan dengan cara membandingkan	Bulanan	

No.	Parameter	Deskripsi	Perkiraan nilai (Tahun 2024)	Satuan	Sumber data	Metode dan prosedur pengukuran	Frekuensi monitoring	Keterangan lainnya
						kandungan mol C terhadap total LNG		
5	$\rho$	Densitas bakar gas PLTGU Priok Blok 4	0,58	Kg/m <sup>3</sup>	Sertifikat Hasil Uji Bahan Bakar Gas (CoA)	Data dari CoA dirata-rata secara <i>weighted average</i>	Bulanan	
6	EF <sub>1</sub>	Faktor emisi GRK ketenagalistrikan sistem JAMALI Build Margin (BM)	0,94	TonCO <sub>2</sub> e/MWh	Faktor Emisi GRK Grid JAMALI Tahun 2021	Sesuai dengan standar nasional atau internasional	Sesuai publikasi KESDM terakhir	
7	EF <sub>2</sub>	Faktor emisi GRK ketenagalistrikan sistem JAMALI Combine Margin (CM)	0,87	TonCO <sub>2</sub> e/MWh	Faktor Emisi GRK Grid JAMALI Tahun 2021	Sesuai dengan standar nasional atau internasional	Sesuai publikasi KESDM terakhir	
8	COEF	Koefisien emisi CO <sub>2</sub> tiap jenis bakar	0,0016036	tCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	Hasil perhitungan perkalian antara fraksi massa karbon dikalikan dengan densitas dan 44/12 (sebagai konversi massa karbon ke CO <sub>2</sub> )	Sesuai dengan perhitungan karbon	Bulanan	

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

No.	Parameter	Deskripsi	Nilai	Satuan	Sumber data	Keterangan lainnya
1	EF <sub>NG,upstream</sub>	Faktor emisi upstream dari produksi Liquefied Natural Gas (LNG)	16,20	tCO <sub>2</sub> e/TJ	Tools 15 : Upstream Leakage Emissions Associatated with Fossil Fuel Use (Table 3)	
2	$\eta_{BL}$	Efisiensi Default teknologi PLTU Coal Subcritical	37	%	UNFCCC Tool 09, Option F "Used Deafult Value", Table 2 : Generation Technology = Coal Subcritical, y < 2000	
3	EF <sub>BL</sub>	Faktor Emisi CO <sub>2</sub> bahan bakar baseline	92800	kgCO <sub>2</sub> /TJ	IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories tahun 2006, table 1.4 Sub-bituminous coal (95% Confidence Interval : Lower) Default CO <sub>2</sub> Emission Factors for Combustion	
4	EF <sub>BL teknologi CO<sub>2</sub></sub>	Faktor Emisi dari teknologi baseline dan bahan bakar	0,903	tCO <sub>2</sub> /MWh	Hasil perhitungan dari factor emisi CO <sub>2</sub> bahan bakar baseline dibagi dengan efisiensi teknologi baseline	

					dikali factor konversi dari Gj ke MWh (3,6)	
--	--	--	--	--	--	--

J.3. Tabel 3. Perkiraan pengurangan emisi GRK rata-rata per tahun.

Pengurangan Emisi GRK	Unit satuan
1.661.355	Ton CO <sub>2</sub> eq

**Lampiran 3. Penilaian dan Pemantauan Kontribusi Aksi Mitigasi Bagi Pembangunan**

**Tabel 3.1. Matriks Penilaian Resiko Dampak**

No.	Indikator	Aspek Terdampak	Kondisi Awal	Kondisi Hipotetis Setelah Proyek	Dampak
<b>1</b>	<b>Lingkungan</b>				
1.1.	Fungsi Ekologis Lokal	Fungsi Laut Outfall dan serapan air	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air laut digunakan sebagai bahan utiliasi industri pada area pelabuhan</li> <li>• Area lahan terbuka untuk resepan dan penghijauan cukup tinggi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air laut digunakan sebagai air pendingin dan bahan baku air demin atau proses untuk operasional pembangkit</li> <li>• Luas area lahan pembangunan PLTGU Jawa-2 lebih besar daripada PLTG Westinbghouse sehingga area tanah resapan dan ruang terbuka hijau berkurang unit priok berkurang</li> </ul>	-
1.2.	Kuantitas dan Kualitas Sumber Daya Alam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sumber daya air laut</li> <li>• Kualitas Udara</li> <li>• Limbah Padat Non B3</li> <li>• Limbah B3</li> <li>• Bahan bakar gas alam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kebutuhan bahan bakar gas alam sebesar 57.117.571 MMBTU</li> <li>• Kebutuhan air pendingin rata-rata tiap bulan 557.041 m3</li> <li>• Kebutuhan air domestik rata-rata 243 m3 per hari</li> <li>• Suhu air laut stabil dan menggunakan teknologi Bouyant Jet pada pada outfall kondensor</li> <li>• Sampah domestik rata-rata yang dihasilkan 64,5 m3/bulan dan LB3 sebesar 784,3 kg/bulan terkelola dengan baik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kebutuhan bahan bakar gas alam bertambah dimana 1 unit gas turbin membutuhkan gas sebesar 54.655 BBTUD</li> <li>• Kebutuhan air baku bertambah menjadi 1.584.000 m3/hari untuk kebutuhan air pendingin dan bahan baku desalination plant</li> <li>• Kebutuhan air domestik rata-rata 260 m3 per hari dan disuplai oleh PAM Jaya</li> <li>• Suhu air laut pada area outfall akan cenderung naik akibat proses pendinginan (pertukaran panas) namun masih dibawah baku mutu titik pemantauan air laut</li> <li>• Volume limbah cair bertambah sebesar 85 m3/hari dan telah disediakan Waste Water Treatment Plant (WWTP) dengan kapasitas yang memenuhi debit limbah cair</li> </ul>	-

No.	Indikator	Aspek Terdampak	Kondisi Awal	Kondisi Hipotetis Setelah Proyek	Dampak
				<ul style="list-style-type: none"><li>Timbulan sampah cenderung meningkat pada saat proses kontruksi proyek diperkirakan menghasilkan 5,51 m<sup>3</sup>/hari dan dilakukan pengelolaan sampah bersamaan operasional eksisting</li></ul>	
1.3.	Keanekaragaman Hayati	Habitat pohon bakau dan Bioaquatik	Tingkat dan kerentanan keanekaragaman hayati di lokasi PLTGU tidak tinggi karena beban pencemar air rendah	Kegiatan PLTGU tidak akan mengganggu keanekaragaman hayati di sekitar lokasi karena limbah cair diolah terlebih dahulu sampai memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan	0
1.4.	Kesehatan dan Keselamatan	Tenaga Kerja dan sanitasi	-	Adanya resiko bahaya terhadap kesehatan dan keselamatan tenaga kerja di proyek PLTGU Priok Blok 4	-
2	Ekonomi				
2.1.	Pendapatan masyarakat	Karyawan Swasta	Jenis pekerjaan masyarakat terdekat adalah karyawan swasta dengan penghasilan dibawah UMR Jakarta.	Dengan adanya proyek PLTGU Priok Blok 4, ada kemungkinan peningkatan pendapatan dengan meningkatkannya kebutuhan pekerjaan kontruksi dan operasioanal pembangkit	+
2.2.	Lapangan kerja	Tenaga kerja konstruksi;	-	Tenaga kerja dalam tahap konstruksi sebanyak ± 2.204 orang selama proses pembangunan;	+
		Tenaga kerja operasi		Karyawan operasional PLTGU baru merupakan karywan ex. PLTG Westinghouse sehingga tidak terjadi PHK	
3	Sosial				
3.1.	Akses Pada Jasa dan Pelayanan Umum	Jalan umum	-	Pada tahap kontruksi terjadi mobilisasi peralatan dan material proyek yang beroptenis mengganggu jalan raya umum serta para pekerja proyek dapat memicu kemacetan di jalan raya	0



No.	Indikator	Aspek Terdampak	Kondisi Awal	Kondisi Hipotetis Setelah Proyek	Dampak
			-	Memberikan bantuan pembangunan fasilitas umum dan kegiatan CSR untuk warga sekitar sehingga meningkatkan produktifitas warga	+
3.2.	Integritas sosial	-	-	Skala proyek tidak menyebabkan potensi gangguan/perubahan pada pranata sosial yang ada	0
3.4.	Penghormatan Budaya	-	-	Pelaksanaan proyek tidak berpotensi mengganggu warisan budaya dan adat istiadat masyarakat setempat	0

**Tabel 3.2. Matriks Upaya Pengelolaan Dampak Negatif**

No.	Indikator	Aspek Terdampak	Uraian Upaya Pengelolaan Dampak	Keterangan
1.	Fungsi ekologis lokal	Fungsi Laut Outfall dan serapan air	Melakukan koordinasi dengan instansi terkait antara lain badan Pengelolaan Reklamasi Pantura Jakarta, agar reklamasi pantura tidak menghambat reklamasi sebaran limbah bahang	
2.	Kuantitas dan kualitas sumber daya alam	Limbah B3 dan Non B3	Prosedur Operasi Tetap untuk pengumpulan dan pengolahan limbah kategori B3 dan Non B3 disusun dan dilaksanakan sesuai ketentuan yang berlaku.	Pengelolaan LB3 dan LNB3 sesuai dengan izin yang dimiliki
		Kualitas udara dan kebisingan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adanya teknologi Low Nox Burner untuk menurunkan emisi</li> <li>• Melakukan penghijauan di sekitar area lokasi pembangkit untuk mereduksi kebisingan dan pencemaran udara</li> <li>• Melakukan overhaul secara periodik terhadap peralatan pembangkit</li> <li>• Merawat dan memelihara lanskap pohon-pohon pelindung</li> </ul>	Pengukuran sampling emisi langsung dan dianalisa di laboratorium eksternal kemudian dibandingkan dengan acuan baku mutu SK Gub DKI Jakarta No. 551/ 2001

No.	Indikator	Aspek Terdampak	Uraian Upaya Pengelolaan Dampak	Keterangan
		Hidrooceanografi (tempeatur)	Adanya teknologi bouyant jet untuk mempercepat pencampuran suhu limbah bahang	Pengukuran lapangan dengan alat ukur suhu dan membandingkannya dengan angka buku mutu air laut dan suhu air laut ambien di dekat intake structure
		Kualitas Air dan Biota Akuatik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limbah cair diolah di IPAL sebelum dibuang ke badan air</li> <li>• Limbah minyak diolah pada oil separator kemudian ditampung dan diangkut oleh perusahaan pengolah LB3</li> <li>• Dilakukan pengujian sampel badan air secara berkala sebagai bagian dari laporan pelaksanaan UKL/UPL</li> </ul>	Pengukuran sampling limbah cair dan dianalisa di laboratorium eksternal kemudian dibandingkan dengan acuan baku mutu berdasarkan Kepmenlh No. 51 Tahun 2024 tentang Baku Mutu Air Laut (Lampiran II) dan Kepmenlh No. 359 Tahun 2013 tentang Izin Pembuangan Air Limbah ke Laut PT Indonesia Power
3.	Kesehatan dan keselamatan	Tenaga Kerja	<p><i>Standard Operating Procedure</i> dan panduan Kesehatan dan Keselamatan Tenaga Kerja disusun dan disosialisasikan kepada kepada tenaga kerja;</p> <p>Alat pelindung diri dan peralatan keselamatan di lokasi proyek disediakan sesuai dengan ketentuan yang ada</p>	

**Tabel 3.3. 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	Limbah B3 dan Non B3	Timbulan LB3 dan LNB3	SOP pengelolaan limbah B3 dan Limbah Non B3	Izin Penyimpanan LB3
		Kualitas udara dan kebisingan	NOx, SO <sub>2</sub> , CO, Particulate (TSP) dan Kebisingan	SK Gub DKI Jakarta No. 551/2001 dan PermenLHK No.15 tahun 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SOP IPM-PB.6.12.2.0.PRO MENGELOLA UDARA EMISI</li> <li>• Penghargaan PROPER</li> </ul>

No.	Indikator	Aspek Terdampak	Parameter yang Dipantau	Acuan Kinerja	Referensi
		Hidrooceanografi (temperature)	Suhu air laut pada outfall pembangkit	Kepmenlh No. 51 Tahun 2024 tentang Baku Mutu Air Laut (Lampiran II)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SOP IPM-PB.6.12.7.0.PRO MENGELOLA LIMBAH CAIR</li> <li>• Penghargaan PROPER</li> </ul>
		Kualitas Air dan Biota Akuatik	Limbah Air Pendingin (Air Bahang) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatur dan Klorin Bebas</li> <li>- Air Limbah Desalinasi : pH dan Salinitas</li> <li>- Air Limbah WWTP : pH, TSS, Minyak &amp; Lemak, Korin Bebas, Kromium Total, Tembaga, Besi, Seng dan Phospat</li> <li>- Oil Separator : TOC dan Minyak &amp; Lemak</li> <li>- Air Limbah Domestik : pH, BOD, COD, TSS, Minyak &amp; Lemak, Amoniak dan Totoal Coliform</li> </ul>	Kepmenlh No. 51 Tahun 2024 tentang Baku Mutu Air Laut (Lampiran II) dan Kepmenlh No. 359 Tahun 2013 tentang Izin Pembuangan Air Limbah ke Laut PT Indonesia Power (update IPLC No. 411/1/KLHK/2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SOP IPM-PB.6.12.7.0.PRO MENGELOLA LIMBAH CAIR</li> <li>• Penghargaan PROPER</li> </ul>
2	Kesehatan dan keselamatan	Tenaga kerja	Adanya dokumen SOP dan panduan K3;	Undang - Undang No.1 Tahun 1970 tetang Keselamatan Kerja	017.K./021/PROPGU/2023 - Susunan Panitia P2K3 PT PLN Indonesia Power Priok PGU
			Adanya peralatan K3 standar;		Dokumen Inspeksi dan Monitoring Peralatan K3
			Jumlah kejadian dan kecelakaan K3		Dan Penetapan pengharaan Zero Accident
3	Lapangan kerja	Penerimaan tenaga kerja	Adanya pengelolaan lingkungan berupa prioritas tenaga kerja kepada penduduk lokal	Dokumen Usulan Proyek dan Dokumen AMDAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data / informasi mengenai pengelolaan tenaga kerja dari manajemen PT Indonesia Power</li> <li>• Hasil observasi dan wawancara dengan penduduk lokal mengenai interaksi sosial antara pekerja dari luar daerah dan warga lokal</li> </ul>

No.	Indikator	Aspek Terdampak	Parameter yang Dipantau	Acuan Kinerja	Referensi
		Pendapatan	Terserapnya sebagian tenaga kerja lokal (10%) yang berasal dari warga sekitar dan terbukanya kesempatan kerja		Hasil wawancara dengan penduduk lokal dengan jumlah responden ditentukan secara purposive sampling dari kepala Keluarga penduduk kelurahan yang dipantau dan observasi lapangan dengan pendataan data penerimaan tenaga kerja
4	Akses pada jasa dan pelayanan umum	Gangguan Lalu Lintas	Tidak terjadi kemacetan di jalan yang dilalui jalur mobilisasi alat dan bahan dibandingkan sebelum kegiatan	Dokumen AMDAL	Data hasil pemantauan kondisi lalu lintas dengan metode traffic counting
		Kerusakan Jalan	Kondisi jalan minimal sama jika dibandingkan dengan kondisi sebelum proyek		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data hasil pengamatan langsung kualitas jalan</li> <li>• Data hasil observasi dan kuisioner tentang pendapat masyarakat dalam hubungannya dengan kerusakan jalan</li> </ul>
5	Pasokan Listrik	Rasio Elektrifikasi dan Pemenuhan Konsumsi Listrik per Kapita	Pemenuhan target kinerja operasional pembangkit yaitu EAF dan EFOR sehingga produksi listrik handal dan kebutuhan pasokan listrik ke grid JAMALI yang akan digunakan oleh konsumen terpenuhi dengan baik	Nilai EAF dan EFOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laporan kinerja operasional PLTGU Priok</li> <li>• Data konsumsi listrik per kapita</li> </ul>
6	Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN)	Pemenuhan Target Penggunaan Material, Teknologi dan Jasa Dalam Negeri	Jumlah komponen dalam negeri (material dan jasa) yang digunakan dalam pembangunan proyek PLTGU Blok 4	Standar Presentase Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN)	Local Content Final Report Jawa-2 Combined Cycle Power Plant

## Lampiran : Perhitungan Baseline Penurunan Emisi

Skenario baseline aksi mitigasi PLTGU Priok Blok 4 dapat diambil dari jaringan ketenagalistrikan Jamali-interconnected-grid, yang memenuhi ketentuan 'deskripsi baseline' dalam MSEP-009 yaitu : "...berdasarkan jumlah emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil sebelum pelaksanaan aksi mitigasi..."

Sebelum pelaksanaan aksi mitigasi (atau kisaran sebelum 2015 / 2016 lalu, sebelum PLTGU Priok Blok 4 mulai dikembangkan oleh PT PLN Indonesia Power), 'listrik yang dibangkitkan unit pembangkit listrik berbahan bakar fosil' bagi konsumen listrik di jaringan ketenagalistrikan Jamali berasal dari banyak unit pembangkit yang ada saat itu.

Dengan demikian, skenario baseline tersebut adalah faktor emisi jaringan (EFgrid) Jamali.

Tidak dapat dipungkiri bahwa di lokasi PLTGU Priok Blok 4 sejak dekade 80an telah beroperasi PLTU Priok berbahan bakar fosil (teknologi pembangkit uap konvensional, atau dikenal sebagai 'subcritical steam powerplant'), sehingga secara sederhana, setelah 'PLTU Priok lama' tidak lagi beroperasi di lokasi tersebut maka PLTGU Priok Blok 4 beroperasi, menggantikannya di lahan yang sama. Dengan demikian, disadari ada kemungkinan skenario baseline dari aksi mitigasi ini bisa jadi adalah PLTU konvensional, atau subcritical steam powerplant. Nantinya juga akan dapat dipertimbangkan nilai pengurangan emisi GRK yang cenderung konservatif, apakah misalnya dapat menggunakan opsi faktor emisi dari tipe pembangkit yang bersesuaian, atau opsi faktor emisi jaringan ketenagalistrikan (EFgrid) dengan pedoman metodologi atau Tool yang sesuai.

Namun demikian, 'PLTU Priok lama' menggunakan teknologi yang dulunya digunakan, 10 tahun lalu saat konstruksinya. Untuk memenuhi ketentuan metodologi MSEP-009 yang menjelaskan 'baseline = jumlah emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil sebelum pelaksanaan aksi mitigasi' maka pemahaman dari 'sebelum pelaksanaan aksi mitigasi' tersebut adalah yang umumnya beroperasi sebelum dekade 2000-2010 (masa pengembangan PLTGU Priok Blok 4. Untuk tipe pembangkit 'subcritical steam powerplant' tersebut, yang beroperasi pada kisaran 2000an, maka digunakan sebagai skenario baseline yang umum berlaku di jaringan interkoneksi Jamali.

Dengan demikian, jika akan digunakan nilai 'default' dari UNFCCC Tool 9 'Determining the Baseline Efficiency of thermal / electric energy generation sistem' (para 12) diambil 'Option F: Use a default value', mengingat ketentuan Tool 9 (paragraf 13) yang menyebutkan 'Options A to E are applicable only to energy generation systems that use a single fuel type and fuel mix including waste energy'. Selanjutnya dari referensi Tabel 2 'Default efficiency factor for power plants with installed capacity > 1 MW', digunakan 'Generation Technology = coal subcritical, y<2000' dipilih nilai efisiensi default, sebesar 37%, sesuai metodologi di atas.

Faktor emisi untuk PLTU konvensional dapat diambil dari 2006 IPCC Guidelines, Volume 2 Energy, Table 1.4 Default emission factors for combustion (sub-bituminous coal, lower value) sebesar 92800 kg.CO<sub>2</sub>e/TJ, atau 0,0928 t.CO<sub>2</sub>e/GJ yang ekuivalen dengan 0,344 t.CO<sub>2</sub>e/MWh. Faktor emisi pembangkit tipe PLTU konvensional dengan efisiensi 37% (default, Tabel 2 di atas) memberikan faktor emisi sebesar 0,903 t.CO<sub>2</sub>e/MWh. Jika dibandingkan dengan faktor emisi jaringan ketenagalistrikan Jamali (referensi Kementerian ESDM, 2021), diperoleh nilai *Build Margin* (BM) sebesar 0,94 t.CO<sub>2</sub>e/MWh dan nilai *Combined Margin* (CM) sebesar 0,87 t.CO<sub>2</sub>e/MWh (rasio 0.5/0.5).

Berdasarkan hasil perhitungan nilai Faktor Emisi Baseline, maka dipilihlah **EF2** sebagai faktor emisi baseline sebesar **0,87** Ton.CO<sub>2</sub>e/MWh karena nilainya yang paling konservatif untuk menghitung nilai pengurangan emisi GRK (jika dibanding menggunakan EF1 = 0,94 atau EF3 = 0,903 di atas) sesuai dengan klaim pada perhitungan baseline pada tahun dimulainya aksi mitigasi (2019).

Sebagai catatan, dalam metodologi MSEP-009 untuk penentuan besaran EF<sub>BL,grid,CO<sub>2</sub></sub>,y tersedia opsi menggunakan nilai BM dari EF<sub>Grid,Jamali</sub> sebesar 0,94 t.CO<sub>2</sub>e/MWh (opsi EF1), atau opsi menggunakan nilai CM dari EF<sub>Grid,Jamali</sub> sebesar 0,87 t.CO<sub>2</sub>e/MWh (opsi EF2), opsi menggunakan nilai faktor emisi pembangkit (opsi P1 / P2 / P3 / P4, dimana digunakan P2 sebesar 0,903 t.CO<sub>2</sub>e/MWh sebagaimana dijelaskan di atas yang menggunakan efisiensi 37% tersebut, sedangkan opsi P1 / P3 / P4 tidak berlaku), atau opsi menggunakan nilai faktor emisi di lokasi fasilitas konsumsi listrik yang ada (opsi EF4, tidak berlaku untuk aksi mitigasi PLTGU Priok Blok 4 ini)

Pada perhitungan pengurangan emisi aksi mitigasi menggunakan metodologi MSEP-009 tentang Pembangunan Pembangkit Listrik Baru Berbahan Bakar Gas Bumi, dimana persamaan perhitungannya yaitu :

$$PE_y = BE_y - EP_y - LE_y$$

Keterangan :

PE<sub>y</sub> = Penurunan emisi pada tahun y (tonCO<sub>2</sub>)

BE<sub>y</sub> = Emisi *Baseline* pada tahun y (tonCO<sub>2</sub>)

EP<sub>y</sub> = Emisi aksi mitigasi pada tahun y (tonCO<sub>2</sub>)

LE<sub>y</sub> = Emisi *Leakage* pada tahun y (tonCO<sub>2</sub>)

Korelasi Pengurangan Emisi (PE) PLTGU Priok Blok 4, yaitu sebagai berikut:

$$PE = BE - EP - LE$$

- Perhitungan Baseline Emisi (BE)

$$BE = EGP_{PJ,grid,y} \times EF_{BL,grid,CO2}$$

Keterangan:

$EGP_{PJ,grid,y}$  = Produksi listrik netto yang disalurkan ke jaringan interkoneksi JAMALI pada tahun y (MWh)

$EF_{BL,grid,CO2}$  = Menggunakan faktor emisi GRK sistem ketenagalistrikan Combine Margin (CM) ex-post (OM = 0,5 BM = 0,5) sebesar 0,87 TonCO<sub>2</sub>/MWh

- Perhitungan Emisi Proyek (EP)

$$EP = FC - COEF$$

$$COEF = W_C \times 44/12 \times \rho$$

Keterangan:

$FC$  = jumlah konsumsi bahan bakar gas dari proses produksi listrik (m<sup>3</sup>)

$COEF$  = koefisien emisi CO<sub>2</sub> tiap jenis bakar i di tahun y (tCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>)

$W_C$  = Fraksi Massa Karbon (Weighted Average) bahan bakar gas (Ton Carbon / Ton Gas)

$\rho$  = Massa Jenis gas (kg/m<sup>3</sup>)

44 = Berat molekul CO<sub>2</sub>

12 = Berat atom C

- Perhitungan *Leakage* Emisi (LE)

$$LE_y = (FC_{NG,y} * NCV_{NG,y} * EF_{NG,upstream}) - 0 - 0$$

$$LE_y = FC_{NG,y} * NCV_{NG,y} * EF_{NG,upstream}$$

Keterangan:

$FC_{NG,y}$  = jumlah konsumsi bahan bakar gas dari proses produksi listrik (m<sup>3</sup>)  
 $NCV_{NG,y}$  = Nilai kalor bersih (weighted average) bahan bakar gas (BTU/ft<sup>3</sup>)  
 $EF_{NG,upstream}$  = Faktor emisi upstream dari produksi Liquefied Natural Gas sebesar  
 16,2 tCO<sub>2</sub>e/TJ

Resume :

EF 2 (EF3 37%)				
Tahun	Emisi Baseline	Emisi Aksi Proyek (tCO <sub>2</sub> e)	Emisi Leakage (tCO <sub>2</sub> e)	Reduksi Emisi (tCO <sub>2</sub> e)
2021	3,203,443	1,206,025	428,222	1,569,196
2022	3,347,592	1,289,389	462,100	1,596,104
2023	4,399,399	1,678,580	598,230	2,122,590
2024	3,528,087	1,349,432	487,439	1,691,216
2025	3,257,909	1,246,094	450,111	1,561,704
2026	3,362,246	1,286,001	464,526	1,611,718
2027	3,081,113	1,178,472	425,685	1,476,955



## 1. Faktor Emisi :

EF 1 =	$EF_{BL,grid,CO_2,y} = EF_{grid,BM,y}$ <p>Menggunakan faktor emisi GRK sistem ketenagalistrikan <i>Build Margin Ex-Post</i> = 0,94</p> <p><b>Sumber : Faktor Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Sistem Interkoneksi Ketenagalistrikan Tahun 2019 ESDM</b></p>
EF 2 =	$EF_{BL,grid,CO_2,y} = EF_{grid,CM,y}$ <p>Menggunakan faktor emisi GRK sistem ketenagalistrikan combine margin ex-post (OM = 0,5 BM = 0,5) = 0,87</p> <p><b>Sumber : Faktor Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Sistem Interkoneksi Ketenagalistrikan Tahun 2019 ESDM</b></p>
EF 3 =	<p>Menggunakan faktor emisi GRK dari teknologi berdasarkan pembangkit listrik lainnya yang menggunakan bahan bakar fosil selain gas bumi seperti batubara sesuai nilai efisiensi teknologi.</p> $EF_{BL,Tech,CO_2} = \frac{EF_{BL}}{\eta_{BL}} \times 3.6$ <p><b>Sumber : MSEP 009</b></p> <p>Berdasarkan <i>Methodology Tool : Determining the baseline efficiency of thermal or electric energy generation systems</i>. Pada Tabel efisiensi default untuk pembangkit listrik dengan kapasitas lebih dari 1 MW. Pada teknologi <i>Subcritical Coal</i> di bawah tahun 2000 didapatkan nilai efisiensi sebesar 37%.</p> <p>Jika Faktor Emisi Coal (<math>EF_{BL}</math>) = 0,0928 tCO<sub>2</sub>/GJ (Sumber : IPCC Guidelines for national GHG Inventories Tabel 1.4 Vol. 2 Energi untuk Bahan Bakar Subituminous Coal)</p> <p>Dengan menggunakan rumus diatas didapatkan nilai EF 3 = 0,903 TonCO<sub>2</sub>/MWh</p> <p>Berdasarkan faktor emisi yang sudah dijabarkan diatas, pemilihan nilai EF diambil berdasarkan nilai yang lebih konservatif yaitu EF 2 sebesar = 0,87 TonCO<sub>2</sub>/MWh</p>

2. Emisi Baseline :

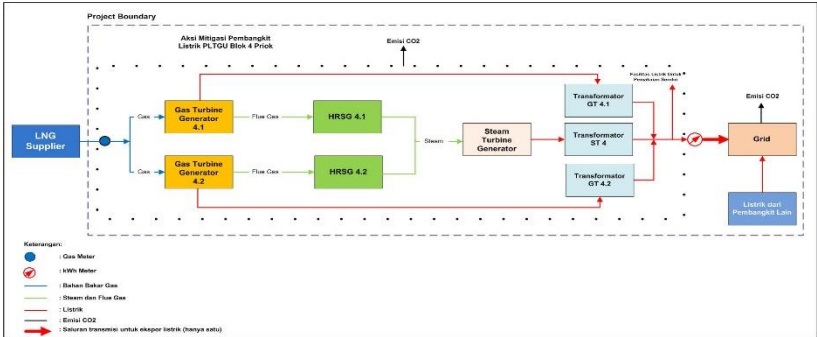
$BE_y = EG_{PJ,grid,y} \times EF_{BL,grid,CO_2,y} + \sum_i EG_{PJ,facility,i,y} \times EF_{BL,facility,CO_2,i,y}$	
dimana:	
$BE_y$	= Emisi <i>Baseline</i> pada tahun $y$ (tCO <sub>2</sub> )
$EG_{PJ,grid,y}$	= produksi listrik neto yang dihasilkan pembangkit listrik aksi mitigasi dan disalurkan ke sistem interkoneksi tenaga listrik pada tahun $y$ (MWh)
$EF_{BL,grid,CO_2,y}$	= Faktor Emisi CO <sub>2</sub> <i>baseline</i> untuk listrik yang disalurkan ke sistem interkoneksi tenaga listrik pada tahun $y$ (tCO <sub>2</sub> / MWh)
$EG_{PJ,facility,i,y}$	= produksi listrik neto yang dihasilkan pembangkit listrik aksi mitigasi dan disalurkan ke fasilitas konsumsi listrik pada tahun $y$ (MWh)
$EF_{BL,facility,CO_2,i,y}$	= Faktor Emisi CO <sub>2</sub> <i>baseline</i> untuk listrik yang disalurkan ke fasilitas pemakai listrik pada tahun $y$ (tCO <sub>2</sub> /MWh)

(Sumber :MSEP-009)

$EG_{PJ,facility}$  = Proyek ini tidak menghasilkan suplai listrik consuming facilities  
 $EF_{BL,facility}$  = Proyek ini tidak menghasilkan suplai listrik consuming facilities

Hasil Perhitungan Emisi Baseline tiap tahun

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	Satuan
$EG_{PJ,Grid}$	3,682,119	3,847,807	5,056,781	4,055,272	3,744,723	3,864,650	3,541,509	MWh
$EF_{BL,Grid,CO_2}$	0.870	0.870	0.870	0.870	0.870	0.870	0.870	Ton CO <sub>2</sub> /MWh
$BE_y$ (Emisi Baseline)	3,203,443.26	3,347,592.40	4,399,399.38	3,528,086.64	3,257,909.01	3,362,245.50	3,081,112.83	Ton CO <sub>2</sub>



Emisi baseline dari ekspor listrik ke jaringan, dan emisi proyek PLTGU

3. Emisi Aksi Mitigasi :

$$EP_{FC,j,y} = \sum_i FC_{i,j,y} \times COEF_{i,y}$$

Dimana :

$EP_{FC,j,y}$	= Emisi aksi mitigasi pada tahun $y$ , dimana $j$ adalah pembakaran bahan bakar fosil aksi mitigasi dan untuk mengoperasikan unit-unit pembangkit aksi mitigasi serta untuk menambah panas buang dalam pengoperasian turbin uap (tCO <sub>2</sub> )
$FC_{i,j,y}$	= jumlah konsumsi bahan bakar $i$ dari proses $j$ pada tahun $y$ (massa atau volume)
$COEF_{i,y}$	= koefisien emisi CO <sub>2</sub> tiap jenis bakar $i$ di tahun $y$ (tCO <sub>2</sub> /massa atau volume)
$i$	= jenis bahan bakar fosil

Sebagai catatan, besaran konsumsi bahan bakar utama (gas alam atau LNG) untuk turbin-gas / HRSG-boiler dari unit pembangkit Priok jauh lebih besar dibanding konsumsi bahan bakar tambahan lainnya seperti dalam tahap start-up pembangkit. Pada unit pembangkit turbin-gas / HRSG-boiler umumnya yang beroperasi, perbandingan konsumsi tersebut biasanya melampaui satu juta kali lipat lebih banyak konsumsi bahan bakar utama, jika dibandingkan bahan bakar tambahan di unit pembangkit.

Dengan demikian, perhitungan emisi aksi mitigasi (EP) ini selanjutnya cukup menggunakan data konsumsi bahan bakar utama saja (tidak perlu menghitung konsumsi bahan bakar tambahan, yang jauh lebih kecil nilainya, sehingga dapat diabaikan pengaruhnya karena tidak akan mengubah angka hasil perhitungan pengurangan emisi dalam Ton.CO<sub>2</sub>e).

Sumber : MSEP-009

Untuk Tahun 2024 – 2027 Menggunakan Rencana Produksi pada RJPP (Rencana Jangka Panjang Perusahaan).

Diketahui :

Parameter	Nilai							Satuan	Sumber
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
F <sub>C,ij,y</sub> (Pemakaian Gas)	25,111,438	27,096,914	35,080,083	28,132,380	25,978,028	26,809,990	24,568,284	MMBTU	Data Konsumsi Bahan Bakar dari PRONIA
F <sub>C,ij,y</sub> (Pemakaian Gas) pengali Heating value dari Supplier DAILYREPORT (Screen shoot dibawah)	739,358,879.62	805,107,489.35	1,049,303,991.87	841,486,548	777,046,282	801,931,655	734,878,495	m <sup>3</sup>	Konversi dengan menggunakan LHV (NCV)
Total LHV	961.746	953.038	946.681	961.835	961.835	961.835	961.835	btu/ft <sup>3</sup>	CoA Intertek yang telah dihitung weighted avaraged
Density	0.589	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	kg/m <sup>3</sup>	CoA Intertek yang telah dihitung weighted avaraged

Data Konsumsi Bahan Bakar Tahun 2021-2023

Pemakaian Gas Tahun 2021														
Unit	Satuan	Jan-21	Feb-21	Mar-21	Apr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Aug-21	Sep-21	Oct-21	Nov-21	Dec-21	Total
GT 4.1	MMBTU	1,414,715	1,486,762	1,625,025	179,325	1,130,686	1,489,350	1,778,473	1,798,498.83	1,698,171.16	1,672,544.22	1,474,494.67	1,313,525.71	17,061,571
GT 4.2	MMBTU	1,477,394	1,623,854	1,783,194	1,728,433	830,528	-	-	437,055.75	169,408.41	-	-	-	8,049,867
ST 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,111,438
Pemakaian Gas Tahun 2022														
Unit	Satuan	Jan-22	Feb-22	Mar-22	Apr-22	May-22	Jun-22	Jul-22	Aug-22	Sep-22	Oct-22	Nov-22	Dec-22	Total
GT 4.1	MMBTU	441,755	1,560,938	1,765,971	1,210,426	856,647	1,401,707	813,368	1,272,562.17	1,193,666.72	1,498,902.16	841,433.25	1,379,496.94	14,236,872
GT 4.2	MMBTU	1,345,852	-	291,437	1,328,441	1,097,993	914,956	873,489	1,658,124.07	1,559,003.52	1,621,345.49	1,587,479.96	581,922.29	12,860,042
ST 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	27,096,914
Pemakaian Gas Tahun 2023														
Unit	Satuan	Jan-23	Feb-23	Mar-23	Apr-23	May-23	Jun-23	Jul-23	Aug-23	Sep-23	Oct-23	Nov-23	Dec-23	Total
GT 4.1	MMBTU	1,490,947	1,461,433	1,640,100	1,100,345	1,615,123	1,636,445	1,659,663	1,678,933.28	1,108,369.02	1,082,532.38	1,522,853.35	1453505.047	17,450,249
GT 4.2	MMBTU	1,329,691	1,461,652	1,500,131	1,528,125	1,608,023	1,636,274	1,650,202	1,679,424.86	1,104,448.08	1,090,593.73	1,404,135.85	1637134.189	17,629,835
ST 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	35,080,083

Mencari COEF<sub>i,y</sub> dengan rumus

$$COEF_{i,y} = w_{c,i,y} \times \rho_{i,y} \times 44/12$$

Mencari W<sub>c,i,y</sub> (Kandungan Carbon) dengan % komposisi dari data Sertifikat Hasil Uji Sampling Gas yang dilakukan pihak ke-3

Perhitungan Kandungan Carbon													
Tahun 2021													
Gas	Rumus Kimia	%	Mol*				Total Mol**					Komponen atas	Komponen bawah
			C	H	O	N	C	H	O	N	Total		
Methane	CH4	95.3572	12	1	0	0	12	4	0	0	16	1144.2864	1525.7152
Nitrogen	N2	0.1333	0	0	0	14	0	0	0	28	28	0	3.7324
Carbon Dioxide	CO2	0.0021	12	0	16	0	12	0	32	0	44	0.0252	0.0924
Ethane	C2H6	2.7563	12	1	0	0	24	6	0	0	30	66.1512	82.689
Propane	C3H8	1.1806	12	1	0	0	36	8	0	0	44	42.5016	51.9464
i-Butane	C4H10	0.2474	12	1	0	0	48	10	0	0	58	11.8752	14.3492
n-Butane	C4H10	0.2888	12	1	0	0	48	10	0	0	58	13.8624	16.7504
i-Pentane	C5H12	0.0268	12	1	0	0	60	12	0	0	72	1.6080	1.9296
n-Pentane	C5H12	0.0067	12	1	0	0	60	12	0	0	72	0.402	0.4824
n-Hexane	C6H14	0.0003	12	1	0	0	72	14	0	0	86	0.0216	0.0258
n-Octane	C8H18	0.0000	12	1	0	0	96	18	0	0	114	0	0
C6+	C6+	0.0000	12	0	0	0	72	0	0	0	72	0	0
n-heptane	C7H16	0.0005	12	1	0	0	84	16	0	0	100	0.042	0.05
Total		100.000									Total	1281	1698

Perhitungan Kandungan Carbon													
Tahun 2022													
Gas	Rumus Kimia	%	Mol*				Total Mol**					Komponen atas	Komponen bawah
			C	H	O	N	C	H	O	N	Total		
Methane	CH4	96.0610	12	1	0	0	12	4	0	0	16	1152.732	1536.976
Nitrogen	N2	0.1540	0	0	0	14	0	0	0	28	28	0	4.312
Carbon Dioxide	CO2	0.0000	12	0	16	0	12	0	32	0	44	0	0
Ethane	C2H6	2.4670	12	1	0	0	24	6	0	0	30	59.208	74.01
Propane	C3H8	0.8830	12	1	0	0	36	8	0	0	44	31.788	38.852
i-Butane	C4H10	0.1870	12	1	0	0	48	10	0	0	58	8.976	10.846
n-Butane	C4H10	0.2180	12	1	0	0	48	10	0	0	58	10.464	12.644
i-Pentane	C5H12	0.0200	12	1	0	0	60	12	0	0	72	1.2000	1.44
n-Pentane	C5H12	0.0100	12	1	0	0	60	12	0	0	72	0.6	0.72
n-Hexane	C6H14	0.0000	12	1	0	0	72	14	0	0	86	0	0
n-Octane	C8H18	0.0000	12	1	0	0	96	18	0	0	114	0	0
C6+	C6+	0.0000	12	0	0	0	72	0	0	0	72	0	0
n-heptane	C7H16	0.0000	12	1	0	0	84	16	0	0	100	0	0
Total		100.000									Total	1265	1680

Perhitungan Kandungan Carbon													
Tahun 2023													
Gas	Rumus Kimia	%	Mol*				Total Mol**					Komponen atas	Komponen bawah
			C	H	O	N	C	H	O	N	Total		
Methane	CH4	96.2370	12	1	0	0	12	4	0	0	16	1154.844	1539.792
Nitrogen	N2	0.1420	0	0	0	14	0	0	0	28	28	0	3.976
Carbon Dioxide	CO2	0.0000	12	0	16	0	12	0	32	0	44	0	0
Ethane	C2H6	2.5090	12	1	0	0	24	6	0	0	30	60.216	75.27
Propane	C3H8	0.7230	12	1	0	0	36	8	0	0	44	26.028	31.812
i-Butane	C4H10	0.1670	12	1	0	0	48	10	0	0	58	8.016	9.686
n-Butane	C4H10	0.1950	12	1	0	0	48	10	0	0	58	9.36	11.31
i-Pentane	C5H12	0.0170	12	1	0	0	60	12	0	0	72	1.02	1.224
n-Pentane	C5H12	0.0080	12	1	0	0	60	12	0	0	72	0.48	0.576
n-Hexane	C6H14	0.0010	12	1	0	0	72	14	0	0	86	0.072	0.086
n-Octane	C8H18	0.0000	12	1	0	0	96	18	0	0	114	0	0
C6+	C6+	0.0000	12	0	0	0	72	0	0	0	72	0	0
n-heptane	C7H16	0.0010	12	1	0	0	84	16	0	0	100	0.084	0.1
Total		100.000									Total	1260	1674

Didapatkan Nilai  $W_{c,i,y}$  dengan pembagian (komponen atas/komponen bawah)\*100 sebagai berikut :

Parameter	Tahun (Nilai)							Satuan
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
Kandungan C ( $W_{c,i,y}$ )	75.486	75.266	75.286	75.471	75.471	75.471	75.471	%(kg Carbon/100kg Gas)
LHV	961.746	953.038	946.681	961.835	961.835	961.835	961.835	Btu/ft3
	0.03580	0.03548	0.03524	0.03580	0.03580	0.03580	0.03580	GJ/M <sup>3</sup>
COEF <sub>i,y</sub>	0.0027678	0.00276	0.00276	0.00277	0.00277	0.00277	0.00277	Ton CO2/Satuan Massa
	0.0016312	0.0016015	0.0015997	0.0016036	0.0016036	0.0016036	0.0016036	Ton CO2/M3

Jadi nilai Project Emisi setiap tahun adalah sebagai berikut :

2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	Satuan	Sumber
1,206,024.84	1,289,388.77	1,678,579.53	1,349,432.12	1,246,093.85	1,286,000.75	1,178,472.37	Ton CO <sub>2</sub>	FC x COEF

4. Leakage Emisi :

$$LE_y = \left[ \begin{matrix} \text{A} & \text{B} \\ FC_{NG,y} \times NCV_{NG,y} \times EF_{NG,upstream} - EG_{PJ,grid,y} \times EF_{BL,us,grid,y} \\ - \sum_i EG_{PJ,facility,i,y} \times EF_{BL,us,facility,i,y} \\ \text{C} \end{matrix} \right]$$

dimana:

LE <sub>y</sub>	=	Emisi <i>Leakage</i> pada tahun y (tCO <sub>2</sub> )
FC <sub>NG,y</sub>	=	jumlah gas bumi yang dibakar di pembangkit listrik aksi mitigasi pada tahun y (m <sup>3</sup> )
NCV <sub>NG,y</sub>	=	nilai kalor bersih rata-rata gas bumi yang dibakar sepanjang tahun y (GJ/m <sup>3</sup> )
EF <sub>NG,upstream</sub>	=	Faktor Emisi untuk emisi hulu gas bumi (tCO <sub>2</sub> /GJ)
EG <sub>PJ,grid,y</sub>	=	produksi listrik neto yang dihasilkan di pembangkit listrik aksi mitigasi dan disalurkan ke sistem interkoneksi tenaga listrik pada tahun y (MWh)
EF <sub>BL,us,grid,y</sub>	=	Faktor Emisi untuk emisi hulu yang terjadi pada kondisi <i>baseline</i> karena listrik disalurkan ke sistem interkoneksi tenaga listrik (tCO <sub>2</sub> /MWh)
EG <sub>PJ,facility,i,y</sub>	=	produksi listrik neto yang dihasilkan pembangkit listrik aksi mitigasi dan disalurkan ke fasilitas konsumen listrik i pada tahun y (MWh)
EF <sub>BL,us,facility,i,y</sub>	=	Faktor Emisi untuk emisi hulu yang terjadi pada kondisi <i>baseline</i> karena listrik disalurkan ke fasilitas konsumen listrik (tCO <sub>2</sub> /MWh)

A  $FC_{NG,y} \times NCV_{NG,y} \times EF_{NG,upstream}$

B  $EG_{PJ,grid,y} \times EF_{BL,us,grid,y}$

C  $\sum_i EG_{PJ,facility,i,y} \times EF_{BL,us,facility,i,y}$

Sebagai pertimbangan untuk menghitung faktor emisi Leakage yang menghasilkan nilai yang lebih konservatif, maka dipilih opsi pada bagian B di atas (B = 0) dan juga pada bagian C di atas (C = 0). Hal ini mengingat perhitungan bagian B dan bagian C yang memang bersifat opsional saja.(ref. ACM0025)

Dengan demikian, rumus perhitungan emisi Leakage menjadi :

$LE_y = (FE_{NG,y} * NCV_{NG,y} * EF_{NG,upstream}) - 0 - 0$

$LE_y = FE_{NG,y} * NCV_{NG,y} * EF_{NG,upstream}$

Diketahui :

Emisi	PLTGU Blok 4	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Produksi Listrik	MWh	2,913,290.47	4,469,461.06	3,682,118.69	3,847,807.35	5,056,780.89	4,055,272.00	3,744,723.00	3,864,650.00	3,541,509.00
	GJ	10,487,845.71	16,090,059.80	13,255,627.29	13,852,106.47	18,204,411.21	14,598,979.20	13,481,002.80	13,912,740.00	12,749,432.40
Jumlah Pemakaian Gas	MMBTU	20,754,884	34,154,186	25,111,438	27,096,914	35,080,083	28,132,380	25,978,028	26,809,990	24,568,284
	m3	596,916,884.75	996,409,258.56	739,358,879.62	805,107,489.35	1,049,303,991.87	841,486,548.18	777,046,282.27	801,931,655.49	734,878,494.90
NCV Spesifik	GJ/m3	0.0367	0.0361	0.0358	0.0355	0.0352	0.0358	0.0358	0.0358	0.0358
Efisiensi Baseline	%	37.00%	37.00%	37.00%	37.00%	37.00%	37.00%	37.00%	37.00%	37.00%
Faktor Emisi Hulu	tCO2/TJ	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2

Faktor Emisi Hulu : (Sumber : Upstream Leakage Tool Calculation am-tool 15 V.2.0)

NCV : Data Sertifikat Hasil Uji Sampling Gas yang dilakukan oleh pihak ke 3, Data LHV.

Rekap NCV	
Tahun	LHV(BTU/R <sup>3</sup> )
2019	984.579
2020	970.623
2021	961.746
2022	953.038
2023	946.681

Menggunakan EF0 >> Lebih konservatif dibanding menggunakan EF 1-2-3										
Skenario Leakage EF0	A	354,410.12	583,216.43	428,802.59	462,706.55	599,027.04	488,078.02	450,701.46	465,135.44	426,243.35
	B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LE <sub>y</sub>	354,410.12	583,216.43	428,802.59	462,706.55	599,027.04	488,078.02	450,701.46	465,135.44	426,243.35

## 5. Final Calculation :

$$PE_y = BE_y - EP_y - LE_y$$

Tahun 2020	Tahun 2021	Tahun 2022	Tahun 2023	Tahun 2024	Tahun 2025	Tahun 2026	Tahun 2027	Satuan
3,888,431	3,203,443	3,347,592	4,399,399	3,528,087	3,257,909	3,362,246	3,081,113	Ton CO <sub>2</sub>
1,534,133	1,206,025	1,289,389	1,678,580	1,349,432	1,246,094	1,286,001	1,178,472	
582,512	428,222	462,100	598,230	487,439	450,111	464,526	425,685	
1,771,786	1,569,196	1,596,104	2,122,590	1,691,216	1,561,704	1,611,718	1,476,955	

## Perkiraan pengurangan emisi dari aksi mitigasi pada masa validasi 2021 – 2027

Periode	Emisi <i>Baseline</i> (tCO <sub>2</sub> e)	Emisi Aksi (Proyek) (tCO <sub>2</sub> e)	Emisi <i>Leakage</i> (tCO <sub>2</sub> e)	Reduksi Emisi (tCO <sub>2</sub> e)
1 Jan – 31 Des 2021	3.203.443	1.206.025	428.222	1.569.196
1 Jan – 31 Des 2022	3.347.592	1.289.389	462.100	1.596.104
1 Jan – 31 Des 2023	4.399.399	1.678.580	598.230	2.122.590
1 Jan – 31 Des 2024	3.528.087	1.349.432	487.439	1.691.216
1 Jan – 31 Des 2025	3.257.909	1.246.094	450.111	1.561.704

Periode	Emisi <i>Baseline</i> (tCO <sub>2</sub> e)	Emisi Aksi (Proyek) (tCO <sub>2</sub> e)	Emisi <i>Leakage</i> (tCO <sub>2</sub> e)	Reduksi Emisi (tCO <sub>2</sub> e)
1 Jan – 31 Des 2026	3.362.246	1.286.001	464.526	1.611.718
1 Jan – 31 Des 2027	3.081.113	1.178.472	425.685	1.476.955
Total Pengurangan Emisi (tCO <sub>2</sub> e)				11.629.483