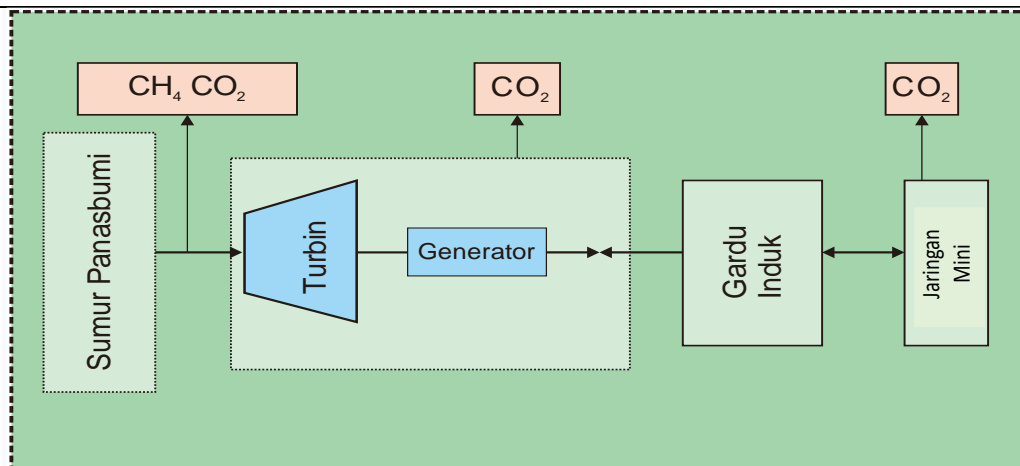


Metodologi Penghitungan Reduksi Emisi dan/atau Peningkatan Serapan GRK dalam Kerangka Verifikasi Aksi Mitigasi

A. Informasi Umum	
Judul Metodologi :	Pengoperasian pembangkit listrik tenaga panasbumi (PLTP) <i>off-grid</i>
Referensi :	CDM AMS-I.F versi 03, CDM AMS-I.D Versi 18, dan CDM AM 0103 versi 04
Kategori :	Energi Terbarukan (MSEP-012)
Nomor usulan :	No. SK.38/PPI/IGAS/PPI.2/11/2020 Tgl. 20 November 2020
B. Aksi Mitigasi	
Deskripsi aksi mitigasi dalam metodologi :	Aksi mitigasi ini bertujuan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dari pembakaran energi fosil dengan membangun dan mengoperasikan pembangkit listrik tenaga panasbumi (PLTP) yang memanfaatkan energi panasbumi (geothermal) menjadi listrik. Energi listrik yang dihasilkan kemudian dikirimkan ke jaringan mini (<i>off-grid</i>) atau sebagai <i>captive power</i> .
Kriteria kelayakan penerapan metodologi :	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kegiatan PLTP baru, <i>retrofit</i>, <i>rehabilitasi</i>, <i>replacement</i> berlangsung setelah tahun 2010. 2. PLTP merupakan <i>off-grid</i> dengan kapasitas < 15 MW dan ≥ 15 MW. 3. PLTP memiliki alat ukur untuk mengetahui produksi listrik neto yang disalurkan ke sistem minigrid tenaga listrik. Produksi listrik neto adalah produksi listrik <i>gross</i> dikurangi dengan pemakaian sendiri. 4. <i>Lifetime</i> PLTP adalah 30 tahun dan dapat diperpanjang sesuai hasil <i>Remaining Lifetime Assessment</i> (RLA) tentang sisa umur PLTP. 5. Produksi listrik PLTP eksisting untuk kegiatan penambahan kapasitas, <i>retrofit</i>, <i>rehabilitasi</i> merupakan data dalam 5 tahun. 6. Produksi listrik PLTP eksisting untuk kegiatan <i>replacement</i> (penggantian), jika tidak terdapat data dalam 5 tahun maka produksi listrik historikal sama dengan NOL.
Sumber dan jenis Emisi GRK yang diperhitungkan :	Sumber emisi GRK yang dihasilkan dari produksi tenaga listrik pada sistem <i>off-grid</i> baik sebagai <i>captive power</i> ataupun mini grid dalam kondisi <i>baseline</i> adalah CO ₂ .
C. Perhitungan Emisi <i>Baseline</i>	
Batas Aksi Mitigasi :	Batas aksi mitigasi (<i>boundary</i>) mencakup lokasi kegiatan yang terhubung dengan pembangkit listrik PLTP <i>off-grid</i> .



Tabel 1. Sumber emisi termasuk dalam atau dikecualikan dari batas aksi mitigasi

Sumber		Gas	Termasuk	Justifikasi/penjelasan
Baseline	Emisi CO ₂ dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil yang digantikan karena aksi mitigasi	CO ₂	Ya	Sumber emisi utama
		CH ₄	Tidak	Sumber emisi minor
		N ₂ O	Tidak	Sumber emisi minor
Aksi Mitigasi	Untuk pembangkit listrik tenaga panas bumi <i>dry</i> atau <i>flash</i> , emisi CH ₄ dan CO ₂ dari gas yang tidak terkondensasi yang terkandung dalam uap panas bumi	CO ₂	Ya	Sumber emisi utama
		CH ₄	Ya	Sumber emisi utama
		N ₂ O	Tidak	Sumber emisi minor
	Untuk pembangkit listrik geothermal biner, emisi <i>fugitive</i> CH ₄ dan CO ₂ dari gas-gas yang tidak terkondensasi terkandung dalam uap panas bumi	CO ₂	Ya	Sumber emisi utama
		CH ₄	Ya	Sumber emisi utama
		N ₂ O	Tidak	Sumber emisi minor
	Untuk pembangkit listrik tenaga panas bumi biner, emisi fugitif hidrokarbon seperti n-butana dan isopentana (fluida kerja) yang terkandung dalam penukar panas	Hidrokarbon/ <i>refrigerant</i> yang potensi pemanasan global (GWP) rendah	Ya	Sumber emisi utama
	Emisi CO ₂ dari pembakaran bahan bakar fosil untuk pembangkit listrik tenaga panas bumi	CO ₂	Ya	Sumber emisi utama
		CH ₄	Tidak	Sumber emisi minor
		N ₂ O	Tidak	Sumber emisi minor

Deskripsi <i>baseline</i>	<p>: Emisi baseline adalah emisi GRK yang timbul jika PLTP tidak dibangun dan beroperasi. Diasumsikan bahwa tanpa PLTP, maka sebuah daerah akan mendapatkan listrik dari jaringan off grid. Untuk itu, emisi baseline dihitung dengan mengalikan produksi listrik neto aksi mitigasi dengan Faktor Emisi off grid.</p> <p>Faktor Emisi off grid adalah faktor emisi CO₂ operating margin untuk pembangkitan listrik di sistem off grid tersebut (level kabupaten) yang dihitung dan dipublikasikan oleh Kementerian ESDM. Jika tidak tersedia Faktor Emisi off grid operating margin pada kabupaten tersebut, maka dapat menggunakan Faktor Emisi off grid nasional, yang dipublikasikan oleh DJK KESDM.</p>
Cara perhitungan emisi <i>baseline</i>	<p>A. Pembangkit baru</p> <p>Di atas 15 MW:</p> $EB_y = EG_{PJ,y} \times FEL_y$ $EG_{PJ,y} = EG_{facility,y}$ <p>Di bawah 15 MW:</p> $EB_y = EG_{PJ,y} \times FEG_y$ $EG_{PJ,y} = EG_{facility,y}$ <p>Di mana:</p> <p>EB_y = Emisi <i>baseline</i> dalam periode y (ton CO₂/tahun).</p> <p>$EG_{PJ,y}$ = Jumlah energi listrik neto yang diproduksi dan disalurkan ke jaringan <i>off-grid</i> dalam periode y (MWh/tahun)</p> <p>FEL_y = Faktor Emisi <i>on-grid</i> CM level kabupaten (jika tersedia) atau menggunakan Faktor Emisi <i>on-grid</i> provinsi dalam periode y (tCO₂/MWh).</p> <p>FEG_y = Faktor Emisi <i>off-grid</i> setempat (t CO₂/MWh).</p> <ul style="list-style-type: none"> • FE untuk <i>minigrd</i> = 0,8 tCO₂/MWh • FE untuk captive power menggunakan faktor emisi OM level kabupaten (jika tersedia) atau menggunakan Faktor Emisi <i>off-grid</i> nasional dalam periode y (tCO₂/MWh). <p>$EG_{facility,y}$ = Jumlah energi listrik neto yang disalurkan oleh aksi mitigasi ke jaringan <i>off-grid</i> dalam periode y (MWh/tahun).</p> <p>B. Penambahan kapasitas, retrofit, rehabilitasi, penggantian</p> $EG_{PJ,y} = EG_{facility,y} - (EG_{historical} + \sigma_{historical}); \text{ hingga } DATE_{BaselineRetrofit}$ <p>dan</p> $EG_{PJ,y} = 0; \text{ pada/sesudah } DATE_{BaselineRetrofit}$ $EG_{PJ,y} = 0, \text{ jika } EG_{facility,y} < (EG_{historical} + \sigma_{historical})$ <p>Dimana:</p> <p>$EG_{PJ,y}$ = Jumlah energi listrik neto yang diproduksi dan disalurkan oleh aksi mitigasi ke jaringan <i>off-grid</i> dalam periode y (MWh/tahun)</p> <p>$EG_{facility,y}$ = Jumlah energi listrik neto yang disalurkan oleh aksi mitigasi ke jaringan <i>off-grid</i> dalam periode y (MWh/tahun).</p>

	<p>$EG_{\text{historical}}$ = Rata-rata produksi listrik neto dalam 5 tahun sebelum beroperasinya aksi mitigasi, yang disalurkan ke jaringan <i>off-grid</i> dalam periode x (MWh/tahun).</p> <p>$\sigma_{\text{historical}}$ = <i>Standard deviasi</i> dari rata-rata produksi listrik dalam 5 tahun terakhir sebelum aksi mitigasi beroperasi.</p> <p>$DATE_{\text{Baseline}}$ = Titik waktu kapan <i>lifetime</i> peralatan yang ada akan diganti jika tidak ada kegiatan proyek (tanggal). Hanya berlaku untuk retrofit atau proyek penggantian. <i>Lifetime</i> peralatan dapat diperpanjang jika didukung oleh adanya kajian <i>Remaining Lifetime Assessment</i> (RLA).</p>
D. Perhitungan Emisi Aksi Mitigasi	
Sumber emisi : <i>leakage</i>	Tidak ada
Cara : perhitungan emisi kegiatan	<p>Untuk sebagian besar kegiatan mitigasi pembangkit listrik energi terbarukan, $EP_y=0$. Namun, beberapa kegiatan mitigasi mungkin melibatkan emisi kegiatan yang bisa signifikan. Emisi ini harus diperhitungkan sebagai emisi kegiatan dengan menggunakan persamaan berikut:</p> $EP_y = EP_{FF,y} + EP_{GP,y}$ <p>Dimana:</p> <p>EP_y = Emisi kegiatan pada tahun y (t CO₂e/tahun)</p> <p>$EP_{FF,y}$ = Emisi kegiatan dari konsumsi bahan bakar fosil pada tahun y (t CO₂/tahun)</p> <p>$EP_{GP,y}$ = Emisi kegiatan dari pengoperasian pembangkit listrik panas bumi <i>dry steam, flash steam</i>, dan/atau siklus biner di tahun y (t CO₂e/thn)</p> <p>Untuk aksi mitigasi panas bumi, yang juga menggunakan bahan bakar fosil untuk pembangkit listrik, emisi CO₂ dari pembakaran bahan bakar fosil harus diperhitungkan sebagai emisi proyek ($EP_{FF,y}$). $EP_{FF,y}$ harus dihitung sesuai versi terbaru dari "TOOL03: <i>Tool to calculate project or leakage CO₂ emissions from fossil fuel combustion</i>"</p> $EP_{FF,y} = \sum_i KBBF_{Pi,y} \times COEF_{i,y}$ <p>dimana:</p> <p>$EP_{FF,y}$ = Emisi aksi mitigasi pada tahun y (ton CO₂)</p> <p>$KBBF_{i,y}$ = Konsumsi minyak solar <i>captive power</i> pada tahun y (KL)</p> <p>$COEF_{i,y}$ = Koefisien emisi CO₂ bahan bakar minyak solar tahun y (tCO₂/KL)</p> <p>i = Jenis bahan bakar minyak yang digunakan pada tahun y</p> <p>Perhitungan $COEF_{i,y}$ dapat dilakukan dengan 2 cara, tergantung data yang tersedia:</p> <p>Opsi A: Mempertimbangkan fraksi massa dari karbon. Jika $FC_{i,j,y}$ dalam satuan massa: $\rightarrow COEF_{i,y} = w_{C,i,y} \times 44/12$ Jika $FC_{i,j,y}$ dalam satuan volume: $\rightarrow COEF_{i,y} = w_{C,i,y} \times \rho_i \times 44/12$</p> <p>Opsi B: Mempertimbangkan nilai kalor bersih dan faktor emisi minyak solar. $COEF_{i,y} = NCV_{i,y} \times EF_{CO2,i,y} \times \rho_{i,y}$</p> <p>Dimana:</p> <p>$COEF_{i,y}$ = Koefisien emisi CO₂ bahan bakar minyak solar tahun y (tCO₂/KL)</p> <p>$w_{C,i,y}$ = Rata-rata fraksi massa karbon (<i>weighted average</i>) bahan bakar minyak solar pada tahun y (tC/ton minyak solar);</p> <p>$\rho_{i,y}$ = <i>density (weighted average)</i> minyak solar pada tahun y (kg/m³)</p> <p>$NCV_{i,y}$ = Rata-rata nilai kalor bersih (<i>weighted average</i>) minyak solar pada tahun y (GJ/kg);</p>

	<p>$EF_{CO_2,i,y}$ = Faktor emisi (<i>weighted average</i>) minyak solar pada tahun y (ton CO₂/GJ)</p> <p>Emisi dari pengoperasian pembangkit listrik uap kering (<i>dry steam</i>), pembangkit listrik flash steam¹, dan pembangkit listrik geotermal siklus biner² karena gas yang tidak terkondensasi dan / atau fluida kerja ($EP_{GP,y}$)</p> <p>Untuk kegiatan aksi mitigasi panas bumi uap kering atau <i>flash</i>, emisi CO₂ dan CH₄ harus diperhitungkan karena pelepasan gas yang tidak dapat dikondensasi dari uap yang diproduksi. Gas-gas yang tidak terkondensasi dalam reservoir panas bumi biasanya terdiri terutama dari CO₂ dan H₂S. Mereka juga mengandung sejumlah kecil hidrokarbon, termasuk terutama CH₄. Dalam aksi mitigasi PLTP <i>dry steam</i> atau <i>flash steam</i>, gas yang tidak dapat terkondensasi (NCG) mengalir bersama uap ke pembangkit listrik. Sebagian kecil dari CO₂ dikonversi menjadi karbonat / bikarbonat dalam sirkuit air pendingin. Selain itu, bagian dari gas yang tidak dapat dikondensasi disuntikkan kembali ke dalam reservoir panas bumi. Namun, sebagai pendekatan konservatif, metodologi ini mengasumsikan bahwa semua gas yang tidak dapat dikondensasikan yang memasuki pembangkit listrik dalam teknologi panas bumi uap kering atau <i>flash</i> dilepaskan ke atmosfer melalui menara pendingin. Emisi fugitif CO₂ dan CH₄ karena pengujian sumur dan kehilangan <i>steam</i> dari sumur tidak dipertimbangkan, karena dapat diabaikan.</p> $EP_{GP,y} = EP_{dry\ or\ flash\ steam,y} + EP_{binary,y}$ <p>Dimana:</p> <p>$EP_{GP,y}$ = Emisi kegiatan dari pengoperasian pembangkit listrik panas bumi <i>dry steam</i>, <i>flash steam</i>, dan/atau siklus biner di tahun y (t CO₂e / thn)</p> <p>$EP_{dry\ or\ flash\ steam,y}$ = Emisi kegiatan dari pengoperasian pembangkit listrik tenaga panas bumi uap kering atau <i>flash steam</i> karena pelepasan gas yang tidak dapat terkondensasi pada tahun y (t CO₂e / tahun)</p> <p>$EP_{binary,y}$ = Emisi kegiatan dari pengoperasian pembangkit listrik tenaga panas bumi siklus biner karena kebocoran gas yang tidak dapat dikondensasi dan fluida kerja pada tahun y (t CO₂e / tahun)</p> <p>(a) Emisi kegiatan dari pembangkit listrik tenaga panas bumi <i>dry steam</i> atau <i>flash steam</i>:</p> $EP_{dry\ or\ flash\ steam,y} = (w_{steam,CO_2,y} + w_{steam,CH_4,y} \times GWP_{CH_4}) \times M_{steam,y}$ <p>Di mana:</p> <p>$w_{steam,CO_2,y}$ = Fraksi massa rata-rata CO₂ dalam uap yang dihasilkan dalam tahun y (t CO₂/t uap)</p>
--	--

¹ Dalam teknologi panas bumi siklus terbuka (*open cycle*), fluida geotermal akan bersentuhan dengan atmosfer selama proses pertukaran panas. Dalam proses seperti itu, gas-gas yang tidak dapat dikondensasi dan gas lainnya dalam fluida panas bumi sebagian dilepaskan ke atmosfer

² Dalam teknologi panas bumi siklus biner, fluida panas bumi disuntikkan kembali ke sumber panas tanpa terpapar ke atmosfer. Dalam hal ini, gas yang tidak dapat dikondensasi dan gas lainnya dalam fluida panas bumi disimpan dalam fluida panas bumi yang keluar dan dikirim kembali ke sumber panas. Namun, mungkin ada beberapa kebocoran fisik dari pipa dan sumur siklus tertutup

	<p> $w_{steam,CH_4,y}$ = Fraksi massa rata-rata CH₄ dalam uap yang dihasilkan dalam tahun y (t CH₄/t uap) GWP_{CH_4} = <i>Global warming potential</i> dari CH₄ (t CO₂e/t CH₄) $M_{steam,y}$ = Jumlah steam yang diproduksi dalam tahun y (t steam/tahun) </p> <p>(b) Emisi kegiatan dari pembangkit listrik tenaga panas bumi siklus biner:</p> $EP_{binary,y} = EP_{steam,y} + EP_{working\ fluid,y}$ <p> $EP_{steam,y}$ = Emisi kegiatan dari pengoperasian pembangkit listrik tenaga panas bumi siklus biner karena kebocoran fisik gas yang tidak dapat terkondensasi pada tahun y (t CO₂e / tahun). Jika perbedaan antara aliran masuk dan keluar uap ke pembangkit listrik kurang dari 1%, maka tidak diharuskan untuk memperhitungkan emisi kegiatan ini. $EP_{working\ fluid,y}$ = Emisi kegiatan dari pengoperasian pembangkit listrik tenaga panas bumi siklus biner karena kebocoran fisik fluida kerja yang terkandung dalam heat exchanger (penukar panas) pada tahun y (t CO₂e / tahun) </p> $EP_{steam,y} = (M_{inflow,y} - M_{outflow,y}) \times (w_{steam,CO_2,y} + w_{steam,CH_4,y} \times GWP_{CH_4})$ <p>Dimana:</p> <p> $M_{inflow,y}$ = Jumlah uap yang masuk ke pembangkit panas bumi di tahun y (t uap / tahun) $M_{outflow,y}$ = Jumlah uap yang keluar dari pembangkit panas bumi pada tahun y (t steam / tahun) $w_{steam,CO_2,y}$ = Fraksi massa rata-rata CO₂ dalam uap yang dihasilkan dalam tahun y (t CO₂ / t uap) $w_{steam,CH_4,y}$ = Fraksi massa rata-rata CH₄ dalam uap yang diproduksi dalam tahun y (t CH₄ / t uap) GWP_{CH_4} = <i>Global warming potential</i> dari CH₄ (t CO₂e/t CH₄) </p> $EP_{working\ fluid,y} = M_{working\ fluid,y} \times GWP_{working\ fluid}$ <p>Dimana:</p> <p> $M_{working\ fluid,y}$ = Jumlah fluida kerja yang bocor/diinjeksikan lagi dalam tahun y (t fluida kerja / tahun) $GWP_{working\ fluid}$ = <i>Global Warming Potential</i> untuk fluida kerja yang digunakan di pembangkit listrik tenaga panas bumi siklus biner </p>
E. Perhitungan Penurunan Emisi	
Cara perhitungan penurunan emisi :	<p> $PE_y = EB_y - EP_y$ Di mana: PE_y = Penurunan emisi oleh aksi mitigasi dalam periode y (ton CO₂) EB_y = Emisi Baseline EP_y = Emisi Aksi Mitigasi </p>
F. Rencana Pemantauan	
Parameter Ex-Post	

1. Faktor Emisi jaringan off grid:	
Parameter:	FEG_y
Satuan:	Ton CO ₂ /MWh
Deskripsi:	Faktor Emisi <i>off-grid</i> pada tahun y
Sumber Data:	DJK-KESDM
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Metode untuk menghitung faktor emisi listrik dari jaringan listrik <ul style="list-style-type: none"> Menggunakan FE off-grid OM tingkat kabupaten, jika tidak tersedia Menggunakan FE off-grid OM tingkat nasional
Frekuensi Pengukuran:	Setahun sekali sesuai publikasi DJK KESDM
Lainnya:	-
2. Produksi Listrik Neto:	
Parameter:	PL_y
Satuan:	MWh
Deskripsi:	Jumlah produksi listrik neto yang dihasilkan oleh PLTP yang dikirim ke jaringan <i>off-grid</i> pada tahun y
Sumber Data:	kWh meter
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Parameter ini harus dipantau menggunakan pengukur listrik dua arah jika terjadi pembelian listrik dari jaringan mini (off-grid) untuk dihitung sebagai perbedaan antara: (a) jumlah listrik yang dipasok PLTP ke jaringan listrik; dan (b) jumlah listrik yang dibutuhkan aksi mitigasi dari jaringan.
Frekuensi Pengukuran:	Pemantauan dilakukan dan diukur setiap jam, dan minimal dilaporkan sebulan sekali
Lainnya:	<i>Standard Operation Procedures</i> (SOP) atau dokumen lainnya, yang menggantikan SOP antara pemilik PLTP dan PLN.
3. Losses Ditsribusi:	
Parameter:	D_y
Satuan:	Fraksi
Deskripsi:	<i>Loses</i> distribusi listrik jaringan off grid dari pembangkit ke konsumen pada tahun y
Sumber Data:	kWh meter
Metode dan Prosedur Pengukuran:	-
Frekuensi Pengukuran:	Pemantauan dilakukan dan diukur setiap jam, dan minimal dilaporkan sebulan sekali
Lainnya:	<i>Standard Operation Procedures</i> (SOP) atau dokumen lainnya, yang menggantikan SOP antara pemilik PLTP dan PLN.
4. Jumlah steam diproduksi	
Parameter:	$M_{steam,y}$
Satuan:	t <i>steam</i>
Deskripsi:	Jumlah uap yang diproduksi dalam tahun y
Sumber Data:	Pengembang Proyek - meteran aliran uap inlet utama
Metode dan Prosedur Pengukuran:	<ul style="list-style-type: none"> Kuantitas uap yang dilepaskan dari sumur geotermal harus diukur dengan <i>flow meter</i> venturi (atau peralatan lain dengan setidaknya akurasi yang sama). Tekanan dan suhu upstream (hulu) dari venture meter diukur menggunakan <i>venturi flow meter</i> yang sama untuk menentukan steam properties. Pengukuran jumlah uap akan dilakukan secara kontinyu, di mana pengukuran aliran total harian akan tersedia. Hasil pengukuran akan dirangkum secara transparan dalam laporan produksi reguler.

	<ul style="list-style-type: none"> Tingkat akurasi dan ketidakpastian meter akan sesuai spesifikasi pabrikan.
Frekuensi Pengukuran:	Pengukuran secara harian
Lainnya:	Pengukuran berkelanjutan, selanjutnya, data akan dikumpulkan setiap bulan.
5. Fraksi massa rata-rata karbon dioksida dalam uap yang dihasilkan	
Parameter:	$W_{\text{steam}, \text{CO}_2, y}$
Satuan:	$\text{tCO}_2/\text{t steam}$
Deskripsi:	Fraksi massa rata-rata karbon dioksida dalam uap yang dihasilkan
Sumber Data:	Data NCG diambil dari pengambilan sampel dan analisis sebagaimana ditentukan dalam metodologi
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Pengambilan sampel dan analisis NGC harus dilakukan setiap tiga bulan di antarmuka PLTP menggunakan <i>ASTM Standard Practice E1675 for Sampling 2-Phase Geothermal Fluid for Purposes of Chemical Analysis</i> (sebagaimana berlaku hanya untuk pengambilan sampel satu fasa uap) oleh pihak ketiga atau laboratorium internal.
Frekuensi Pengukuran:	Setiap tiga bulan dan dilaporkan setahun sekali
Lainnya:	-
6. Fraksi massa rata-rata metana dalam uap yang dihasilkan	
Parameter:	$w_{\text{steam}, \text{CH}_4, y}$
Satuan:	$\text{tCH}_4/\text{t steam}$
Deskripsi:	Fraksi massa rata-rata metana dalam uap yang dihasilkan
Sumber Data:	Data NCG diambil dari pengambilan sampel dan analisis sebagaimana ditentukan dalam metodologi
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Pengambilan sampel dan analisis NGC harus dilakukan setiap tiga bulan di antarmuka PLTP menggunakan <i>ASTM Standard Practice E1675 for Sampling 2-Phase Geothermal Fluid for Purposes of Chemical Analysis</i> (sebagaimana berlaku hanya untuk pengambilan sampel satu fasa uap) oleh pihak ketiga atau laboratorium internal.
Frekuensi Pengukuran:	Setiap tiga bulan dan dilaporkan setahun sekali
Lainnya:	-
7. Konsumsi bahan bakar minyak solar	
Parameter:	$\text{KBBF}_{\text{PJ}, y}$
Satuan:	KL
Deskripsi:	Total konsumsi bahan bakar minyak solar captive power pada tahun y
Sumber Data:	Operator pembangkit berdasarkan dokumen yang tersedia, misalnya <i>logbook</i> meter bahan bakar
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Pengukuran langsung
Frekuensi Pengukuran:	Secara kontinyu dalam setahun
QA/QC	Jumlah konsumsi bahan bakar minyak solar yang dipantau harus diperiksa ulang dengan menerapkan keseimbangan energi tahunan yang didasarkan pada jumlah yang dibeli dan perubahan stok. Jumlah konsumsi bahan bakar tercatat pada alat ukur juga harus diperiksa ulang dengan faktur pembelian yang tersedia dari catatan keuangan
Lainnya:	Bahan bakar yang digunakan harus dikumpulkan secara terpisah menurut jenis bahan bakar
8. Nilai kalor bersih	
Parameter:	$\text{NCV}_{\text{BBF}, \text{PJ}}$

Satuan:	TJ/kg
Deskripsi:	Nilai kalori bersih (<i>weighted average</i>) bahan bakar minyak solar yang dikonsumsi aksi mitigasi turbin pada tahun <i>y</i>
Sumber Data:	Pemasok bahan bakar, KESDM
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Hitung NCV berdasarkan spesifikasi bahan bakar yang digunakan seperti kandungan karbon, dan lainnya (Tier-3), atau menggunakan NCV nasional (Tier-2)
Frekuensi Pengukuran:	-
QA/QC	Gunakan SOP dan kalibrasi peralatan untuk NCV bahan bakar
Lainnya:	-
9. Density minyak solar	
Parameter:	ρ_i
Satuan:	Kg/m ³
Deskripsi:	Massa jenis bahan bakar <i>i</i>
Sumber Data:	<ul style="list-style-type: none"> a. Invoice dari pemasok bahan bakar (Tier-3) b. Melakukan pengukuran oleh operator pembangkit (Tier-3) c. Menggunakan density bahan bakar nasional atau regional yang ditetapkan oleh KESDM (Tier-2)
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Untuk point a dan b, pengukuran dilakukan sesuai metode nasional atau internasional
Frekuensi Pengukuran:	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk point a dan b, ρ harus dihitung untuk setiap pengiriman bahan bakar dan nilai ρ tahunan dihitung berdasarkan <i>weighted average</i> • Untuk point c, lakukan review kelayakan nilai tahunan
QA/QC	Verifikasi apakah nilai-nilai di bawah a), b) dan c) berada dalam kisaran ketidakpastian dari nilai-nilai standar IPCC seperti yang diberikan dalam Tabel 1.2, Vol. 2 dari Pedoman IPCC 2006. Jika nilainya berada di bawah kisaran ini, kumpulkan informasi tambahan dari laboratorium pengujian untuk membenarkan hasilnya atau melakukan pengukuran tambahan. Laboratorium di a), b) atau c) harus memiliki akreditasi sesuai ISO 17025 atau membenarkan bahwa mereka dapat memenuhi standar kualitas serupa.
Lainnya:	-
10. Faktor emisi minyak solar	
Parameter:	FE_y
Satuan:	Kg CO ₂ /TJ
Deskripsi:	Faktor emisi bahan bakar minyak solar
Sumber Data:	<p>Sumber data berikut dapat digunakan jika kondisi yang relevan berlaku:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Faktor emisi spesifik. Data ini merupakan pilihan acuan yang lebih diutamakan, jika angka/data faktor emisi bahan bakar tidak tersedia (Opsi A). b. Nilai standar regional atau nasional sesuai publikasi terakhir KESDM. Jika (a) tidak tersedia.
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Untuk (a) dan (b): Pengukuran harus dilakukan sesuai dengan standar bahan bakar nasional atau internasional
Frekuensi Pengukuran:	Mengikuti publikasi terbaru lembaga yang berwenang
QA/QC	
Lainnya:	-
11. Kandungan karbon minyak solar	

Parameter:	$w_{i,y}$
Satuan:	tC/ton bahan bakar
Deskripsi:	Rata-rata fraksi massa karbon (<i>weighted average</i>) bahan bakar jenis <i>i</i> pada tahun <i>y</i>
Sumber Data:	a. Invoice dari pemasok bahan bakar (Tier-3) b. Melakukan pengukuran oleh operator pembangkit (Tier-3) c. Menggunakan nilai kandungan karbon bahan bakar nasional atau regional yang ditetapkan oleh KESDM (Tier-2)
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Untuk point a dan b, pengukuran dilakukan sesuai metode nasional atau internasional
Frekuensi Pengukuran:	<ul style="list-style-type: none"> Untuk point a dan b, $w_{i,y}$ harus dihitung untuk setiap pengiriman bahan bakar dan nilai $w_{i,y}$ tahunan dihitung berdasarkan <i>weighted average</i> Untuk point c, lakukan <i>review</i> kelayakan nilai tahunan
QA/QC	Verifikasi apakah nilai-nilai di bawah a), b) dan c) berada dalam kisaran ketidakpastian dari nilai-nilai standar IPCC seperti yang diberikan dalam Tabel 1.2, Vol. 2 dari Pedoman IPCC 2006. Jika nilainya berada di bawah kisaran ini, kumpulkan informasi tambahan dari laboratorium pengujian untuk membenarkan hasilnya atau melakukan pengukuran tambahan. Laboratorium di a), b) atau c) harus memiliki akreditasi sesuai ISO 17025 atau membenarkan bahwa mereka dapat memenuhi standar kualitas serupa.
Lainnya:	-
G. Dokumen Verifikasi	
1. Dokumen jumlah total listrik neto yang disalurkan PLTP ke jaringan mini (<i>off-grid</i>) 2. Dokumen Faktor Emisi jaringan mini (<i>off-grid</i>) level kabupaten atau nasional 3. Dokumen jumlah listrik yang dibeli dari jaringan listrik <i>off-grid</i> (jika ada) 4. Dokumen sertifikasi kWh meter 5. Dokumen konsumsi bahan bakar minyak solar 6. Nilai kalor bersih minyak solar 7. Density minyak solar 8. Daktor emisi minyak solar 9. Dokumen produksi <i>steam</i> 10. Dokumen fraksi massa karbon dioksida rata-rata dalam uap yang dihasilkan 11. Dokumen fraksi massa metana rata-rata dalam uap yang dihasilkan	
H. Daftar Singkatan	
CO ₂	Karbondioksida
GRK	Gas rumah kaca
kWh	<i>Kilowatt-hour</i>
MW	<i>Megawatt</i>
MWh	<i>Megawatt-hour</i>
PLTP	Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi
I. Daftar Istilah	
Faktor Emisi <i>off grid</i>	Jumlah emisi CO ₂ yang dilepaskan untuk memproduksi 1 MWh energi listrik di sistem jaringan mini (<i>off grid</i>) tertentu.
Pembangkit listrik tenaga panas bumi	Pembangkit listrik yang memanfaatkan tenaga panas bumi/geothermal untuk menghasilkan energi listrik.
Kapasitas terpasang	Kapasitas pembangkit listrik terpasang dari unit daya adalah kapasitas, dinyatakan dalam Watt atau salah satu kelipatannya, yang unit daya tersebut telah dirancang untuk beroperasi pada kondisi nominal. Kapasitas

	<p>pembangkit listrik adalah jumlah dari kapasitas pembangkit listrik yang terpasang pada suatu unit pembangkitan tertentu.</p>
Tambahan kapasitas	<p>Investasi untuk meningkatkan instalasi kapasitas pembangkit tenaga listrik yang ada melalui (i) pemasangan PLTP baru selain PLTP yang sudah ada; atau (ii) pemasangan PLTP baru, tambahan dari daya yang ada.</p>
Retrofit	<p>Investasi untuk memperbaiki atau memodifikasi PLTP eksisting dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi, kinerja atau kapasitas PLTP, tanpa menambah PLTP baru. Retrofit mengembalikan kapasitas PLTP terpasang ke atau di atas kapasitas terpasang eksisting. Retrofit hanya mencakup tindakan yang melibatkan investasi modal dan bukan perawatan rutin;</p>
Rehabilitasi	<p>Investasi untuk memulihkan kapasitas PLTP eksisting yang rusak berat atau hancur karena kegagalan pondasi, rembesan yang berlebihan, gempa bumi, likuifaksi, atau banjir. Tujuan utama rehabilitasi atau pemugaran adalah untuk mengembalikan kinerja PLTP. Rehabilitasi juga dapat meningkatkan efisiensi, kinerja atau kapasitas PLTP tanpa penambahan PLTP baru.</p>
Penggantian	<p>Investasi yang diperlukan untuk yang menggantikan satu atau beberapa unit PLTP eksisting. PLTP eksisting atau PLTP baru memiliki kapasitas pembangkit listrik yang sama atau lebih tinggi dari PLTP sebelum diganti.</p>
Pembangkit baru	<p>PLTP yang baru dibangun dan dioperasikan.</p>
<i>Captive power</i>	<p>genset yang digunakan pada kondisi tertentu misalnya ketika terjadi pemadaman catu daya karena kegagalan generator utama atau kegagalan jaringan atau tersandung unit generator, untuk memenuhi kebutuhan listrik di lokasi PLTP.</p>
PLTP <i>Dry Steam</i>	<p>Teknologi panas bumi yang langsung menggunakan uap kering yang disalurkan dari sumur produksi ke unit pembersih dan kemudian ke turbin. PLTP uap kering dikategorikan sebagai teknologi siklus terbuka.</p>
PLTP <i>flash steam</i>	<p>Teknologi panas bumi yang digunakan produksi reservoir didominasi air dengan suhu di atas 180 °C. Air dengan suhu tinggi tersebut, komponen cairan air mendidih, atau "<i>flash</i>", sebagai penurunan tekanan. Selanjutnya, uap dipisah dan disalurkan ke turbin untuk menghasilkan listrik dan air panas yang tersisa dapat disemprotkan lagi dua kali (<i>double flash</i>) atau tiga kali (<i>triple flash</i>) pada tekanan dan suhu yang semakin rendah, untuk mendapatkan lebih banyak uap. Pembangkit listrik tenaga <i>flash steam</i> dikategorikan sebagai <i>open cycle technology</i>.</p>
PLTP <i>Binary</i>	<p>Teknologi panas bumi yang memanfaatkan <i>Organic Rankine Cycle</i> (ORC) atau siklus Kalina dan biasanya beroperasi dengan suhu bervariasi dari 73 °C hingga 180 °C. Pada sistem ini, panas dipulihkan dari fluida panas bumi menggunakan penukar panas untuk menguapkan cairan organik dengan titik didih rendah (misalnya butana atau pentana dalam siklus ORC dan campuran amonia-air dalam siklus Kalina), dan menggerakkan turbin. PLTP Biner dikategorikan sebagai teknologi siklus tertutup.</p>