

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

A. Informasi Umum	
Judul Metodologi	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) <i>off-grid</i>
Referensi	: CDM AMS-I.A versi 17.0 dengan penyesuaian
Sektor	: ENERGI
Kategori Aksi	: Energi Terbarukan [MSEP-007]
Nomor & Tgl.	: No. SK. 14/PPI/IGAS/PPI.2/7/2020
Tanggal Penetapan	: Tgl. 16 Juli 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 surya <i>photovoltaic</i> (PLTS) yang mengubah energi matahari menjadi listrik dengan menggunakan modul <i>photovoltaic</i> (PV) <i>off-grid</i> .
Kriteria kelayakan penerapan metodologi	: <ol style="list-style-type: none"> 1. Metodologi ini berlaku untuk PLTS yang dioperasikan di atas tahun 2010 atau menggantikan pembangkit berbahan bakar fosil di lokasi tersebut. 2. Metodologi ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi di sisi hilir (konsumen). 3. PLTS tidak terhubung dengan sistem interkoneksi tenaga listrik (<i>off-grid</i>). 4. Penerapan metodologi ini terbatas pada rumah tangga dan pengguna individu yang tidak memiliki koneksi jaringan kecuali ketika: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sekelompok rumah tangga atau pengguna dipasok listrik melalui mini-grid yang mandiri yang berasal dari pembangkit listrik energi terbarukan di mana kapasitas unit pembangkit listrik tidak melebihi 15 MW (yaitu misalnya sistem kelistrikan terbarukan yang berdiri sendiri berbasis komunitas; atau ▪ Untuk aplikasi pencahayaan berbasis energi terbarukan, pengurangan emisi per sistem kurang dari 5 ton CO₂e per tahun dan harus ditunjukkan bahwa bahan bakar fosil akan digunakan tanpa adanya aksi mitigasi 5. PLTS memiliki alat ukur untuk mengetahui produksi listrik neto yang disalurkan langsung ke rumah tangga atau pengguna. Produksi listrik neto adalah produksi listrik <i>gross</i> dikurangi dengan pemakaian sendiri. 6. Hanya berlaku untuk pembangunan PLTS baru, tidak berlaku untuk kegiatan penambahan kapasitas pembangkit, rehabilitasi, <i>retrofitting</i> dan <i>replacement</i>.
Sumber dan jenis Emisi GRK yang diperhitungkan	: Sumber emisi GRK yang dihasilkan dari produksi tenaga listrik PLTS pada sistem <i>off-grid</i> dalam kondisi <i>baseline</i> adalah CO ₂ .
C. Perhitungan Emisi <i>Baseline</i>	

<p>Batas Aksi Mitigasi</p>	<p>Batas aksi mitigasi (<i>boundary</i>) mencakup fisik, lokasi geografis unit pembangkit listrik terbarukan (PLTS) dan peralatan yang menggunakan listrik yang dihasilkan. Batas geografis dari aksi mitigasi termasuk PLTS pelaksana aksi mitigasi, jalur distribusi baru, pengguna listrik (rumah tangga, dll), dan pembangkit listrik berbahan bakar minyak yang ada. Gambar berikut menggambarkan representasi grafis dari batasan aksi mitigasi.</p> <div data-bbox="472 436 1468 982"> </div> <p style="text-align: center;">Gambar 1. Batas aksi mitigasi</p>
<p>Deskripsi <i>baseline</i> :</p>	<p>Emisi <i>baseline</i> merupakan jumlah energi yang dihasilkan yang setara jika tidak ada aksi mitigasi, yaitu pembangunan unit PLTS baru. Emisi <i>baseline</i> dapat diperoleh melalui tiga pendekatan, sebagai berikut;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Produksi listrik; 2. Konsumsi listrik; dan 3. Konsumsi bahan bakar pembangkit fosil.

<p>Cara perhitungan emisi <i>baseline</i> :</p>	<p>Emisi <i>baseline</i> dihitung berdasarkan produksi listrik atau konsumsi bahan bakar dari teknologi yang digunakan atau yang akan digunakan untuk menghasilkan jumlah energi yang setara jika tidak ada aksi mitigasi, menggunakan salah satu dari empat opsi berikut:</p> $EB_y = E_{BL,y} \times FE_y \times \frac{1}{(1 - TDL)}$ <p>Dimana:</p> <p>EB_y = Emisi <i>baseline</i> dalam periode y (ton CO₂).</p> <p>$E_{BL,y}$ = Energi <i>baseline</i> periode y (kWh)</p> <p>FE_y = Faktor emisi baseline (faktor emisi diesel default 0.8) (tCO₂/kWh)</p> <p>TDL = Losses rata-rata transmisi dan distribusi teknis yang akan diamati dalam mini-grid pembangkit listrik bertenaga diesel yang dipasang oleh publik atau perusahaan distribusi di daerah terpencil adalah 20%.</p> <p>Opsi 1: Jika data yang diketahui adalah data kapasitas terpasang pembangkit EBT</p> $E_{BL,y} = KT \times (1 - DE_y) \times R_y \times 365$ <p>Dimana:</p> <p>$E_{BL,y}$ = Energi <i>baseline</i> periode y (kWh)</p> <p>KT = Kapasitas terpasang masing-masing jenis pembangkit (kW-peak)</p> <p>DE_y = Degradasi efisiensi (<i>manufacture</i>) untuk sel <i>christalline</i> sebesar 0.5 % per tahun</p> <p>R_y = Radiasi matahari per wilayah sesuai publikasi terakhir (kWh/m²/hari)</p> <p>Opsi 2: Jika data yang diketahui adalah data konsumsi listrik rumah tangga sejak beroperasinya pembangkit EBT</p> <p>Energi <i>baseline</i> adalah total konsumsi listrik tahunan rumah tangga/pengguna c yang disuplai dengan listrik yang dihasilkan oleh unit i:</p> $E_{BL,y} = \sum_i \sum_c (n_{c,i} \times EC_{c,i,y})$ <p>Dimana:</p> <p>$E_{BL,y}$ = Energi <i>baseline</i> periode y (kWh)</p> <p>c = Jenis konsumen (mis. Rumah tangga, pusat kesehatan pedesaan, sekolah pedesaan, penggilingan padi, pompa air, irigasi, dll.) yang dicakup oleh aksi mitigasi</p> <p>i = PLTS (Jenis unit pembangkit listrik terbarukan) yang dilaksanakan oleh aksi mitigasi</p> <p>$n_{c,i}$ = Jumlah konsumen tipe c yang disupply oleh PLTS</p> <p>$EC_{c,i,y}$ = Konsumsi listrik menurut tipe pengguna c yang disupply oleh PLTS tipe i di tahun y.</p>
---	--

	<p>Opsi 3: Jika data yang diketahui adalah jumlah energi listrik yang dihasilkan oleh EBT</p> <p>Energi <i>baseline</i> adalah total listrik tahunan yang dihasilkan oleh unit aksi mitigasi:</p> $E_{BL,y} = \sum_i EG_{i,y}$ <p>Dimana:</p> <p>$E_{BL,y}$ = Energi <i>baseline</i> dalam periode y (kWh)</p> <p>i = Unit teknologi pembangkit listrik energi terbarukan tipe i yang diimplementasikan sebagai bagian dari aksi mitigasi</p> <p>$EG_{i,y}$ = Listrik dibangkitkan oleh unit tipe i aksi mitigasi dalam tahun y (kWh)</p> <p>Opsi 4: Jika data yang diketahui adalah data konsumsi bahan bakar fosil sebelum adanya EBT</p> <p>Dalam hal penggantian teknologi berbasis bahan bakar fosil yang ada, emisi <i>baseline</i> pada tahun y dihitung berdasarkan proyeksi konsumsi bahan bakar historis yang disesuaikan dengan tren sebagai berikut:</p> $EB_y = \sum_j FC_{j,y} \times NCV_j \times \rho_j \times EF_{CO_2,j}$ <p>Dimana:</p> <p>EB_y = Emisi <i>baseline</i> dalam periode y (ton CO₂).</p> <p>$FC_{j,y}$ = Proyeksi konsumsi bahan bakar tipe j dalam tahun y (satuan massa atau volume)</p> <p>NCV_j = Nilai kalor bersih jenis bahan bakar j (GJ per massa atau satuan volume)</p> <p>ρ_j = Densitas bahan bakar j (kg/m³)</p> <p>$EF_{CO_2,j}$ = Faktor emisi CO₂ bahan bakar tipe j (tCO₂/GJ)</p> <p>j = Tipe bahan bakar untuk pembakaran</p> <p>Dalam kasus spesifik untuk penerangan, penggunaan harian 3,5 jam per hari harus diasumsikan untuk proyeksi konsumsi bahan bakar. Peserta aksi mitigasi perlu memberikan alasan penggunaan jam penggunaan yang berbeda berdasarkan pengambilan sampel representatif, dilakukan sesuai dengan "Standar: Sampling and surveys for CDM project activities and programme of activities."</p>
D. Perhitungan Emisi Aksi Mitigasi	
Sumber emisi : <i>leakage</i>	Tidak ada
Cara perhitungan emisi kegiatan :	$EP_y = 0$ Di mana:

	EP_y = Emisi aksi mitigasi dalam periode y (ton CO ₂).
E. Perhitungan Penurunan Emisi	
Cara perhitungan penurunan emisi :	$PE_y = EB_y - EP_y$ Di mana: PE_y = Penurunan emisi oleh aksi mitigasi dalam periode y (ton CO ₂) EB_y = Emisi <i>Baseline</i> EP_y = Emisi Aksi Mitigasi
F. Rencana Pemantauan	
Parameter Ex-Post	
1. Faktor emisi CO₂:	
Parameter:	$EF_{CO_2, default}$
Satuan:	kg CO ₂ /kWh
Deskripsi:	Faktor emisi CO ₂
Sumber Data:	AMS-I.A, Version 17
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Untuk Opsi 1, 2, dan 3, nilai default 0,8 kg CO ₂ /kWh, yang berasal dari unit pembangkit diesel, dapat digunakan. Untuk opsi 3, EF_{CO_2} harus ditentukan sesuai "TOOL05: Baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption and monitoring of electricity generation".
Frekuensi Pengukuran:	Tahunan
Lainya:	-
2. Produksi Listrik Neto:	
Parameter:	PL_y
Satuan:	MWh
Deskripsi:	Jumlah produksi listrik neto yang dihasilkan oleh PLTS pada tahun y
Sumber Data:	Catatan kWh meter dari unit pembangkit listrik
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Diukur menggunakan kWh meter yang dikalibrasi
Frekuensi Pengukuran:	Pemantauan berkelanjutan, diukur setiap jam, dan minimal dilaporkan sebulan sekali
Lainya:	-
3. Konsumsi listrik	
Parameter:	$EC_{c,i,y}$
Satuan:	kWh
Deskripsi:	Konsumsi listrik menurut tipe pengguna c yang disupply oleh PLTS tipe i di tahun y .
Sumber Data:	Catatan kWh meter dari unit pembangkit listrik
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Konsumsi listrik individu rata-rata harus ditentukan sebagai: i) Konsumsi energi individu tahunan rata-rata yang diamati dalam sistem kelistrikan jaringan terdekat di antara konsumen yang tersambung ke jaringan yang memiliki tipe c yang sama ii) Konsumsi listrik yang dimonitor oleh pengguna individu tipe c yang disediakan dengan unit tipe i .

Frekuensi Pengukuran:	Pemantauan berkelanjutan, diukur setiap jam, dan minimal dilaporkan sebulan sekali	
Lainya:		
4. Faktor Emisi Bahan Bakar		
Parameter:	$FE_{CO_2,j}$	
Satuan:	Kg CO ₂ /TJ	
Deskripsi:	Faktor emisi bahan bakar diesel	
Sumber Data:	mber data berikut dapat digunakan jika kondisi yang relevan berlaku:	
	Sumber data	Kondisi untuk menggunakan sumber data
	(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	Jika (a) tidak tersedia Menggunakan faktor emisi bahan bakar minyak tanah (kerosene) nasional atau regional yang dipublikasikan oleh Puslitbang Lemigas, KESDM. Publikasi terakhir faktor emisi minyak solar CN48 tahun 2020 adalah 73.280 kg CO ₂ /TJ
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Untuk (a) dan (b): Pengukuran harus dilakukan sesuai dengan standar bahan bakar nasional atau internasional	
Frekuensi Pengukuran:	Pengukuran faktor emisi mengikuti frekuensi pengukuran yang diselenggarakan oleh lembaga/institusi yang berwenang	
Lainya:	-	
5. Nilai kalor bersih bahan bakar		
Parameter:	$NCV_{i,y}$	
Satuan:	TJ/Gg (massa/unit volume)	
Deskripsi:	Nilai kalor bersih jenis bahan bakar i	
Sumber Data:	Sumber data berikut dapat digunakan jika kondisi yang relevan berlaku:	
	Sumber data	Kondisi untuk menggunakan sumber data
	(a) Nilai yang diberikan oleh pemasok bahan bakar dalam faktur	Data ini merupakan pilihan acuan yang lebih diutamakan, jika angka/data fraksi karbon dalam bahan bakar tidak tersedia (Opsi a)
	(b) Pengukuran oleh pelaku aksi mitigasi	Jika (a) tidak tersedia
	(c) Nilai standar regional atau nasional	Jika (a) dan (b) tidak tersedia Menggunakan NCV bahan bakar nasional atau regional yang terakhir dipublikasikan oleh Puslitbang Lemigas, KESDM. Publikasi terakhir NCV minyak solar CN 48 tahun 2020 adalah 43,27 TJ/Gg.
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Untuk (a) dan (b): Pengukuran harus dilakukan sesuai dengan standar bahan bakar nasional atau internasional	
Frekuensi Pengukuran:	Untuk (a) dan (b): NCV harus diperoleh untuk setiap pengiriman bahan bakar, dari mana nilai rata-rata tahunan harus dihitung. Untuk (c): tinjau kesesuaian nilai-nilai tersebut setiap tahun.	

	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 ISO17025 atau dapat dibenarkan bahwa mereka dapat memenuhi standar kualitas serupa								
Lainya:	-								
6. Densitas Bahan Bakar									
Parameter:	ρ_j								
Satuan:	kg/m ³								
Deskripsi:	Densitas bahan bakar j								
Sumber Data:	<p>Sumber data berikut dapat digunakan jika kondisi yang relevan berlaku:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sumber data</th><th>Kondisi untuk menggunakan sumber data</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(a) Nilai yang diberikan oleh pemasok bahan bakar dalam faktur</td><td>Data ini merupakan pilihan acuan yang lebih diutamakan, jika angka/data fraksi karbon dalam bahan bakar tidak tersedia (Opsional a)</td></tr> <tr> <td>(b) Pengukuran oleh pelaku aksi mitigasi</td><td>Jika (a) tidak tersedia</td></tr> <tr> <td>(c) Nilai standar regional atau nasional</td><td>Jika (a) dan (b) tidak tersedia Menggunakan nilai densitas bahan bakar nasional atau regional yang terakhir dipublikasikan oleh Puslitbang Lemigas, KESDM. Density minyak solar CN48 tahun 2020 adalah 843,1 kg/m³.</td></tr> </tbody> </table>	Sumber data	Kondisi untuk menggunakan sumber data	(a) Nilai yang diberikan oleh pemasok bahan bakar dalam faktur	Data ini merupakan pilihan acuan yang lebih diutamakan, jika angka/data fraksi karbon dalam bahan bakar tidak tersedia (Opsional a)	(b) Pengukuran oleh pelaku aksi mitigasi	Jika (a) tidak tersedia	(c) Nilai standar regional atau nasional	Jika (a) dan (b) tidak tersedia Menggunakan nilai densitas bahan bakar nasional atau regional yang terakhir dipublikasikan oleh Puslitbang Lemigas, KESDM. Density minyak solar CN48 tahun 2020 adalah 843,1 kg/m ³ .
Sumber data	Kondisi untuk menggunakan sumber data								
(a) Nilai yang diberikan oleh pemasok bahan bakar dalam faktur	Data ini merupakan pilihan acuan yang lebih diutamakan, jika angka/data fraksi karbon dalam bahan bakar tidak tersedia (Opsional a)								
(b) Pengukuran oleh pelaku aksi mitigasi	Jika (a) tidak tersedia								
(c) Nilai standar regional atau nasional	Jika (a) dan (b) tidak tersedia Menggunakan nilai densitas bahan bakar nasional atau regional yang terakhir dipublikasikan oleh Puslitbang Lemigas, KESDM. Density minyak solar CN48 tahun 2020 adalah 843,1 kg/m ³ .								
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Untuk (a) dan (b): Pengukuran harus dilakukan sesuai dengan standar bahan bakar nasional atau internasional								
Frekuensi Pengukuran:	<p>Untuk (a) dan (b): Densitas harus diperoleh untuk setiap pengiriman bahan bakar, dari mana nilai rata-rata tahunan harus dihitung.</p> <p>Untuk (c): tinjau kesesuaian nilai-nilai tersebut setiap tahun.</p> <p>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 ISO17025 atau dapat dibenarkan bahwa mereka dapat memenuhi standar kualitas serupa</p>								
Lainya:	-								
7. Rata-rata kerugian teknis transmisi dan distribusi									
Parameter:	TDL								
Satuan:	-								
Deskripsi:	Rata-rata kerugian teknis transmisi dan distribusi								
Sumber Data:	-								
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Nilai <i>default</i> yang wajar untuk kerugian distribusi pada jaringan distribusi pedesaan tegangan rendah bisa 20%.								

Frekuensi Pengukuran:	Tentukan sekali pada tahun pertama															
Lainya:	-															
8. Kapasitas terpasang																
Parameter:	KT _y															
Satuan:	kilowatt-peak															
Deskripsi:	Kapasitas terpasang pembangkit															
Sumber Data:	-															
Metode dan Prosedur Pengukuran:	-															
Frekuensi Pengukuran:	-															
Lainya:	-															
9. Degradasi efisiensi																
Parameter:	DE _y															
Satuan:	Persen															
Deskripsi:	Penurunan efisiensi seiring penggunaannya. Jenis sel <i>christalline</i> memiliki angka degradasi efisiensi sebesar 0.5% per tahun, sedangkan degradasi efisiensi untuk <i>thin film</i> adalah 2 – 3% per tahun.															
Sumber Data:	Referensi Kajian <i>Comparative Assessment of Technologies: Crystalline PV vs Thin Film Solar</i>															
Metode dan Prosedur Pengukuran:	-															
Frekuensi Pengukuran:	-															
Lainya:	-															
8. Radiasi Matahari																
Parameter:	R _y															
Satuan:	kWh/m ² /hari atau jam/tahun															
Deskripsi:	-															
Sumber Data:	Mengacu kepada data outlook energi yang dipublikasikan oleh Kementerian ESDM sebagai berikut: <table><tr><th>Provinsi</th><th>Radiasi Rata-Rata Harian (kWh/m2)</th></tr><tr><td>NAD</td><td>4,1</td></tr><tr><td>Sumatera Selatan</td><td>4,95</td></tr><tr><td>Lampung</td><td>5,23</td></tr><tr><td>DKI Jakarta</td><td>4,19</td></tr><tr><td>Jawa Barat</td><td>4,15</td></tr><tr><td>Jawa Barat</td><td>5,15</td></tr></table>		Provinsi	Radiasi Rata-Rata Harian (kWh/m2)	NAD	4,1	Sumatera Selatan	4,95	Lampung	5,23	DKI Jakarta	4,19	Jawa Barat	4,15	Jawa Barat	5,15
Provinsi	Radiasi Rata-Rata Harian (kWh/m2)															
NAD	4,1															
Sumatera Selatan	4,95															
Lampung	5,23															
DKI Jakarta	4,19															
Jawa Barat	4,15															
Jawa Barat	5,15															

	Jawa Barat	4,32	
	Jawa Barat	2,56	
	Jawa Barat	4,45	
	Jawa Tengah	5,49	
	Jawa Timur	4,3	
	Yogyakarta	4,5	
	Bali	5,26	
	Kalimantan Barat	4,55	
	Kalimantan Selatan	4,8	
	Kalimantan Selatan	4,57	
	Kalimantan Timur	4,17	
	Sulawesi Utara	4,91	
	Sulawesi Tengah	5,51	
	NTB	5,12	
	NTT	5,75	
	Irian	5,72	
Metode dan Prosedur Pengukuran:	-		
Frekuensi Pengukuran:	-		
Lainya:	-		
G. Dokumen Verifikasi			
1. Dokumen jumlah total listrik neto yang disalurkan PLTS ke pengguna.			
2. Dokumen sertifikasi kWh meter.			
3. Dokumen radiasi matahari nasional.			
4. Dokumen degradasi efisiensi.			
5. Dokumen faktor emisi CO ₂ bahan bakar (minyak diesel) yang digunakan terakhir sesuai IPCC (Tier-1), nasional (Tier-2), atau spesifik (Tier-3).			
6. Dokumen nilai kalor bersih bahan bakar (minyak diesel) yang digunakan terakhir sesuai IPCC (Tier-1), nasional (Tier-2), atau spesifik (Tier-3).			
7. Dokumen densitas bahan bakar (minyak diesel) yang digunakan terakhir sesuai IPCC (Tier-1), nasional (Tier-2), atau spesifik (Tier-3).			
H. Daftar Singkatan			
CO ₂	Karbondioksida		
GRK	Gas rumah kaca		
CO ₂	Karbondioksida		
GRK	Gas rumah kaca		
MWh	Megawatt hour		
kWh	Kilowatt hour		
PLTS	Pembangkit Listrik Tenaga Surya		
I. Daftar Istilah			
Pembangkit listrik tenaga surya (off-grid)	Pembangkit listrik yang mengubah energi matahari menjadi listrik dengan menggunakan modul <i>photovoltaic</i> yang tidak diinterkoneksi ke jaringan tenaga listrik (off-grid).		