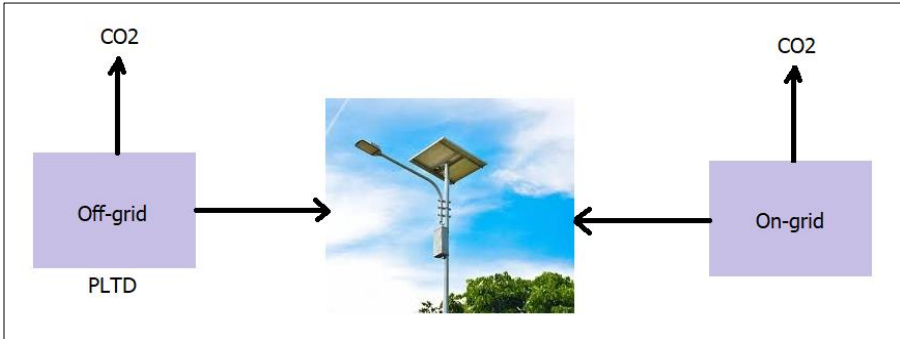


## Metodologi Penghitungan Pengurangan Emisi GRK dan/atau Peningkatan Serapan Karbon dalam Kerangka Verifikasi Aksi Mitigasi

A. Informasi Umum	
Judul Metodologi	: <b>Pengoperasian Lampu Penerangan Jalan Umum menggunakan Modul Fotovoltaik</b>
Referensi	: CDM ACM0002 versi 20.0
Sektor	: <b>ENERGI</b>
Kategori Aksi	: Pemanfaatan Energi Terbarukan [MSEL-002]
Nomor & Tanggal Penetapan	: No. SK.14/PPI/IGAS/PPI.2/7/2020 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 menggunakan modul fotovoltaik yang mengubah energi matahari menjadi listrik. Adapun penggunaan lampu jalan hemat energi diatur dalam metodologi yang terpisah.
Kriteria kelayakan penerapan metodologi	: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hanya berlaku untuk pembangunan dan pengoperasian modul fotovoltaik baru.</li> <li>2. Lampu PJU dengan menggunakan modul fotovoltaik yang mengubah energi matahari menjadi listrik berlaku untuk pembangunan dan pemanfaatannya pada wilayah yang sudah tersedia jaringan listrik (<i>on-grid</i>) dan wilayah yang belum tersedia jaringan listrik (<i>off-grid</i>)</li> <li>3. Lifetime modul fotovoltaik adalah 20 tahun.</li> </ol>
Sumber dan jenis Emisi GRK yang diperhitungkan	: Sumber emisi gas yang dihasilkan adalah emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari produksi listrik pada sistem interkoneksi tenaga listrik ( <i>on-grid</i> ) atau sistem <i>off-grid</i> .
C. Perhitungan Emisi <i>Baseline</i>	
Batas Aksi Mitigasi	<p>Batas aksi mitigasi (<i>boundary</i>) mencakup lokasi Lampu PJU dengan modul fotovoltaik yang terdapat sistem interkoneksi tenaga listrik (<i>on-grid</i>) atau tidak terdapat sistem interkoneksi tenaga listrik (<i>off-grid</i>).</p> <div style="text-align: center;">  <p>Gambar 1. <i>Boundary</i> aksi mitigasi</p> </div>

Deskripsi <i>baseline</i>	:	Emisi <i>baseline</i> didapatkan dari perkalian antara produksi listrik neto PLTS dengan Faktor Emisi GRK sistem ketenagalistrikan atau dengan faktor emisi PLTD.
Cara perhitungan emisi <i>baseline</i>	:	$EB_y = PL_y \times FEL_y$ <p>Di mana:</p> <p>EB<sub>y</sub> = Emisi <i>baseline</i> pada tahun y (ton CO<sub>2</sub>).</p> <p>PL<sub>y</sub> = Jumlah energi listrik neto yang dihasilkan oleh modul fotovoltaik pada tahun y (MWh)</p> <p>FEL<sub>y</sub> = Faktor Emisi Listrik Sistem Ketenagalistrikan pada tahun y (tCO<sub>2</sub>/MWh).</p> <p>Opsi-1 = Faktor Emisi GRK Sistem Ketenagalistrikan <i>on-grid</i> sesuai dengan Keputusan DJK-KESDM (tCO<sub>2</sub>/MWh).</p> <p>Opsi-2 = Faktor emisi GRK <i>off-grid</i> PLTD (0,69 tCO<sub>2</sub>/MWh).</p> $PL_y = KMP_y \times JMP_y \times HOT_y \times RM_{AVG,y} \times FD_{n,i,y}$ <p>Dimana:</p> <p>PL<sub>y</sub> = Jumlah energi listrik neto yang dihasilkan oleh modul fotovoltaik pada tahun y (MWh)</p> <p>KMP<sub>y</sub> = Kapasitas Modul Fotovoltaik pada tahun y (kWp)</p> <p>JMP<sub>y</sub> = Jumlah Modul Fotovoltaik pada y (unit).</p> <p>HOT<sub>y</sub> = Hari Operasi pada Tahun y (hari)</p> <p>RM<sub>AVG,y</sub> = Nilai radiasi matahari per wilayah, jika tidak tersedia menggunakan angka rata-rata nasional sebesar 4,1 jam/hari</p> <p>FD<sub>n,i,y</sub> = Faktor Derating modul fotovoltaik jenis i, tahun n, pada tahun y (fraksi)</p> <p>Crystalline: 0,5% pe tahun.</p> <p>Thin film: 0,7% sd 1% (rata-rata 0,85% per tahun).</p> <p>I = Jenis modul fotovoltaik, crystalline atau thin-film</p> <p>N = Tahun pemakaian</p>
<b>D. Perhitungan Emisi Aksi Mitigasi</b>		
Sumber emisi <i>leakage</i>	:	Tidak ada
Cara perhitungan emisi aksi mitigasi	:	$EP_y = 0$ <p>Di mana:</p> <p>EP<sub>y</sub> = Emisi aksi mitigasi dalam periode y (ton CO<sub>2</sub>).</p>
<b>E. Perhitungan Penurunan Emisi</b>		
Cara perhitungan penurunan emisi	:	$PE_y = EB_y - EP_y$ <p>Di mana:</p> <p>PE<sub>y</sub> = Penurunan emisi oleh aksi mitigasi pada tahun y (ton CO<sub>2</sub>)</p> <p>EB<sub>y</sub> = Emisi <i>Baseline</i> pada tahun y (ton CO<sub>2</sub>)</p> <p>EP<sub>y</sub> = Emisi Aksi Mitigasi pada tahun y (ton CO<sub>2</sub>)</p>
<b>F. Rencana Pemantauan</b>		
<b>Parameter Ex-Ante</b>		
<b>1. Faktor Emisi GRK sistem ketenagalistrikan:</b>		
Parameter:		FEL <sub>y</sub>

Satuan:	Ton CO <sub>2</sub> /MWh
Deskripsi:	Faktor emisi GRK sistem ketenagalistrikan pada tahun y
Sumber Data:	Ditjen Gatrik KESDM
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Sesuai metodologi CDM
Frekwensi Pengukuran:	Sekali setahun
Lainya:	-
<b>2. Kapasitas Modul Photovoltaik:</b>	
Parameter:	KMP <sub>y</sub>
Satuan:	Wp
Deskripsi:	Kapasitas modul fotovoltaik per unit pada tahun y
Sumber Data:	Direktorat Konservasi Energi, DJEBTKE KESDM
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Sesuai pabrikan modul fotovoltaik
Frekwensi Pengukuran:	-
Lainya:	-
<b>3. Jumlah Modul Photovoltaik:</b>	
Parameter:	JMP <sub>y</sub>
Satuan:	Unit
Deskripsi:	Jumlah modul fotovoltaik yang dipasang pada tahun y
Sumber Data:	Direktorat Konservasi Energi DJEBTKE KESDM
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Data EBTKE
Frekwensi Pengukuran:	-
Lainya:	-
<b>G. Dokumen Verifikasi</b>	
1. Dokumen jumlah total listrik neto yang disalurkan PLTS ke sistem interkoneksi tenaga listrik. 2. Dokumen faktor emisi GRK sistem ketenagalistrikan. 3. Dokumen jumlah listrik yang dibeli dari sistem interkoneksi tenaga listrik (jika ada). 4. Dokumen sertifikasi kWh meter 5. Dokumen berfungsi tidaknya PJU PLTS	
<b>H. Daftar Singkatan</b>	
CO <sub>2</sub> Karbondioksida GRK                        Gas rumah kaca Wp <i>Watt-peak</i>	
<b>I. Daftar Istilah</b>	

Faktor Emisi sistem interkoneksi tenaga listrik	Jumlah emisi CO <sub>2</sub> yang dilepaskan untuk memproduksi 1 MWh energi listrik di sistem interkoneksi tenaga listrik tertentu.
---	---

**Tabel Radiasi Matahari per Wilayah**

No	Kota/Kabupaten	Provinsi	Radiasi rata-rata harian (kWh/m <sup>2</sup> ) atau (jam/hari)
1	Banda Aceh	NAD	4,10
2	Palembang	Sumatera Selatan	4,95
3	Menggala	Kampung	5,23
4	Jakarta	DKI Jakarta	4,10
5	Bandung	Jawa Barat	4,15
6	Lembang	Jawa Barat	5,14
7	Citius	Banten	4,32
8	Dermaga Bogor	Jawa Barat	2,56
9	Serpong	Banten	4,45
10	Semarang	Jawa Tengah	5,49
11	Surabaya	Jawa Timur	4,30
12	Yogyakarta	D.I Yogyakarta	4,50
13	Denpasar	Bali	5,26
14	Pontianak	Kalimantan Barat	4,55
15	Banjarbaru	Kalimantan Selatan	4,80
16	Banjarmasin	Kalimantan Selatan	4,57
17	Samarinda	Kalimantan Timur	4,17
18	Manado	Sulawesi Utara	4,91
19	Palu	Sulawesi Tengah	5,51
20	Kupang	NTT	5,12
21	Waingapu	NTT	5,75
22	Maumere	NTT	5,72
Indonesia			4,80

**Tabel Faktor Degradasi Modul Fotovoltaik**

Tahun ke	Faktor Degradasi per Jenis Modul Fotovoltaik	
	Crystalline	Thin Film
1	1,0000	1,0000
2	0,9950	0,9915
3	0,9900	0,9830
4	0,9850	0,9745
5	0,9800	0,9660
6	0,9750	0,9575
7	0,9700	0,9490
8	0,9650	0,9405
9	0,9600	0,9320
10	0,9550	0,9235
11	0,9500	0,9150
12	0,9450	0,9065
13	0,9400	0,8980
14	0,9350	0,8895
15	0,9300	0,8810
16	0,9250	0,8725
17	0,9200	0,8640
18	0,9150	0,8555
19	0,9100	0,8470
20	0,9050	0,8385