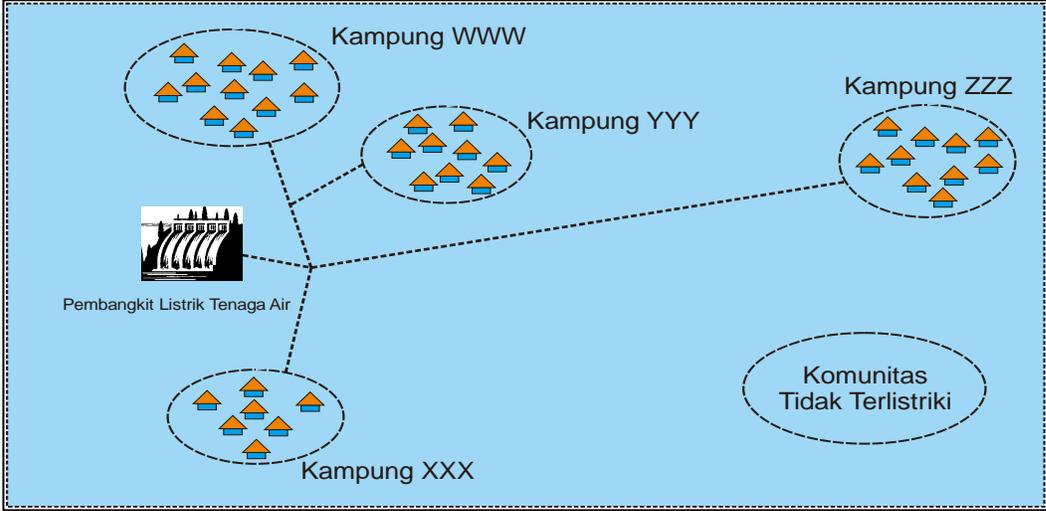


Metodologi Penghitungan Pengurangan Emisi GRK dan/atau Peningkatan Serapan Karbon dalam Kerangka Verifikasi Aksi Mitigasi

A. Informasi Umum	
Judul Metodologi :	Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) <i>Run-of- River (RoR) off-grid</i>
Referensi :	CDM AMS-I.A versi 17.0 dengan penyesuaian
Sektor :	ENERGI
Kategori Aksi :	Energi Terbarukan [MSEP-005]
Nomor & Tanggal Penetapan :	No. SK. 14/PPI/IGAS/PPI.2/7/202 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 pembangkit listrik tenaga air jenis <i>run-of-river</i> (PLTA RoR) yang tidak disambungkan ke grid (<i>off-grid</i>). Pembangkit listrik tenaga air termasuk PLTA, PLTM, PLTMH.
Kriteria kelayakan penerapan metodologi :	<ol style="list-style-type: none"> 1. Metodologi ini berlaku untuk PLTA RoR 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. PLTA yang dibangun dengan tipe <i>run-of-river</i> 4. PLTA (RoR) tidak terhubung dengan sistem interkoneksi tenaga listrik (<i>off-grid</i>). 5. 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 ketenagalistrikan 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 6. PLTA (RoR) 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. 7. Hanya berlaku untuk pembangunan PLTA (RoR) 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 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 (PLTA RoR) dan peralatan yang menggunakan listrik yang dihasilkan. Batas geografis dari aksi mitigasi termasuk PLTA RoR pelaksana aksi mitigasi, jalur dan distribusi baru, pengguna listrik (rumah tangga, dll), dan pembangkit listrik berbahan bakar minyak solar yang ada. Gambar berikut menggambarkan representasi grafis dari batasan aksi mitigasi.</p>  <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 pembangkit PLTA 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 4 opsi berikut:</p> $EB_y = E_{BL,y} \times FE_y \times \frac{1}{(1 - TDL)}$ <p>Dimana:</p> <ul style="list-style-type: none"> EB_y = Emisi <i>baseline</i> dalam periode y (ton CO₂) $E_{BL,y}$ = Energi <i>baseline</i> periode y (kWh) FE_y = Faktor emisi <i>baseline</i> (faktor emisi diesel sesuai CDM (0,8 tCO₂/MWh) TDL = <i>Losses</i> 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, dinyatakan sebagai fraksi (20%) <p>Opsi 1: Jika data yang diketahui adalah data kapasitas terpasang pembangkit EBT</p> $E_{BL,y} = KT \times (1 - DP) \times CF \times 8760$

Dimana:

$E_{BL,y}$ = Energi *baseline* periode y (kWh)

KT = Kapasitas terpasang pembangkit (kW)

DP_y = Degradasi produksi listrik PLTA RoR pada tahun y 1% per tahun)

CF = *Capacity Factor* (70 %)

Opsi 2: Jika data yang diketahui adalah data konsumsi listrik rumah tangga sejak beroperasinya pembangkit EBT

Energi *baseline* adalah total konsumsi listrik tahunan rumah tangga/pengguna c yang disuplai dengan listrik yang dihasilkan oleh unit i :

$$EB_{BL,y} = \sum_i \sum_c (n_{c,i} \times EC_{c,i,y})$$

Dimana:

$E_{BL,y}$ = Energi *baseline* periode y (kWh)

c = Jenis konsumen (misal rumah tangga, pusat kesehatan pedesaan, sekolah pedesaan, penggilingan padi, pompa air, irigasi, dll) yang dicakup oleh aksi mitigasi

i = PLTA (RoR) (Jenis unit pembangkit listrik terbarukan) yang dilaksanakan oleh aksi mitigasi

$n_{c,i}$ = Jumlah konsumen tipe c yang disupply oleh PLTA (RoR)

$EC_{c,i,y}$ = Konsumsi listrik menurut tipe pengguna c yang disupply oleh PLTA (RoR) tipe i di tahun y .

Opsi 3: Jika data yang diketahui adalah jumlah energi listrik yang dihasilkan oleh EBT

Energi *baseline* adalah total listrik tahunan yang dihasilkan oleh unit aksi mitigasi:
Opsi ini

$$E_{BL,y} = \sum_i EG_{i,y}$$

Dimana:

$E_{BL,y}$ = Energi *baseline* dalam periode y (kWh)

i = Unit teknologi pembangkit listrik energi terbarukan tipe i yang diimplementasikan sebagai bagian dari aksi mitigasi

$EG_{i,y}$ = Listrik dibangkitkan oleh unit tipe i aksi mitigasi dalam tahun y (kWh)

Opsi 4: Jika data yang diketahui adalah data konsumsi bahan bakar fosil sebelum adanya EBT

	<p>Dalam hal penggantian teknologi berbasis bahan bakar fosil yang ada, emisi baseline pada tahun y dihitung berdasarkan proyeksi konsumsi bahan bakar historis yang disesuaikan dengan tren sebagai berikut:</p> $EB_y = \sum_j FC_{j,y} \times NCV_j \times \rho_j \times FE_{CO_2,j}$ <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 = Density bahan bakar j (Kg/m³)</p> <p>$FE_{CO_2,j}$ = 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 "<i>Standard: Sampling and surveys for CDM project activities and programme of activities.</i>"</p>
D. Perhitungan Emisi Aksi Mitigasi	
Sumber emisi <i>leakage</i> :	Tidak ada
Cara perhitungan emisi kegiatan :	<p>$EP_y = 0$</p> <p>Di mana:</p> <p>EP_y = Emisi aksi mitigasi dalam periode y (ton CO₂).</p>
E. Perhitungan Penurunan Emisi	
Cara perhitungan penurunan emisi :	<p>$PE_y = EB_y - EP_y$</p> <p>Di mana:</p> <p>PE_y = Penurunan emisi oleh aksi mitigasi dalam periode y (ton CO₂)</p> <p>EB_y = Emisi <i>Baseline</i></p> <p>EP_y = Emisi Aksi Mitigasi</p>
F. Rencana Pemantauan	
Parameter Ex-Post	
1. Faktor emisi CO₂	
Parameter:	EF _{CO₂,default}
Satuan:	kg CO ₂ /kWh

Deskripsi:	Faktor emisi CO2
Sumber Data:	AMS-I.A, Version 17
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Untuk Opsi 1, 2 dan 3, nilai <i>default</i> 0,8 kg CO2 / kWh, yang berasal dari unit pembangkit diesel. Untuk opsi 4, EF _{CO2} 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 PLTA RoR 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 PLTA (ROR) tipe i di tahun y.
Sumber Data:	Catatan kWh meter dari konsumen
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Konsumsi listrik individu rata-rata harus ditentukan sebagai: i) Konsumsi energi individu tahunan rata-rata yang diamati dalam sistem ketenagalistrikan 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 _{CO2,j}
Satuan:	Kg CO ₂ /TJ
Deskripsi:	Faktor emisi bahan bakar diesel

Sumber Data:	Sumber 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
	(b) Nilai standar regional atau nasional	Jika (a) tidak tersedia Menggunakan faktor emisi bahan bakar minyak solar nasional atau regional yang dipublikasikan oleh Puslitbang Lemigas, KESDM. Publikasi terakhir factor 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 tahun 2020 NCV minyak solar CN 48 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:	<p>Untuk (a) dan (b): NCV 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:	-								
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 (Opsi 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 tahun 2020. Density minyak solar CN 48 sesuai publikasi terakhir 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 (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 nilai densitas bahan bakar nasional atau regional yang terakhir dipublikasikan oleh Puslitbang Lemigas, KESDM tahun 2020. Density minyak solar CN 48 sesuai publikasi terakhir 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 (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 nilai densitas bahan bakar nasional atau regional yang terakhir dipublikasikan oleh Puslitbang Lemigas, KESDM tahun 2020. Density minyak solar CN 48 sesuai publikasi terakhir 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:	kW																																
Deskripsi:	Kapasitas terpasang aksi mitigasi pembangkit listrik																																
Sumber Data:	Operator pembangkit atau Direktorat Aneja Energi EBTKE																																
Metode dan Prosedur Pengukuran:	-																																
Frekuensi Pengukuran:	-																																
Lainya:	-																																
9. Degradasi produksi listrik																																	
Parameter:	DP_y																																
Satuan:	-																																
Deskripsi:	<p>Nilai degradasi dimana pada tahun pertama beroperasi diisi dengan nilai 1 kemudian tahun berikutnya nilai degradasi produksi listrik akan turun 0,01 setiap tahun berikutnya.</p> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th>Tahun awal (operasi)</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Degradasi</td> <td>1</td> <td>0.99</td> <td>0.98</td> <td>0.97</td> <td>0.96</td> <td>0.95</td> <td>0.94</td> <td>0.93</td> <td>0.92</td> <td>0.91</td> </tr> </tbody> </table>											Tahun awal (operasi)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Degradasi	1	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91
Tahun awal (operasi)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																							
Degradasi	1	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91																							
Sumber Data:	-																																
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Asumsi																																
Frekuensi Pengukuran:	-																																
Lainya:	-																																
10. Jam Operasi																																	
Parameter:	T_y																																
Satuan:	Jam/tahun																																
Deskripsi:	Jumlah jam pembangkit beroperasi dalam setahun																																

Sumber Data:	Jumlah jam beroperasi dalam setahun dapat diasumsikan dengan menentukan <i>Capacity Factor</i> (CF) sangat tergantung atas ketersediaan data sumber daya air (<i>flow duration curve</i>) dan jenis konsumen rumah tangga (penerangan/usaha).
Metode dan Prosedur Pengukuran:	Diasumsikan bahwa lama beroperasi PLTMH rata-rata 14 jam/hari untuk memenuhi kebutuhan RT (17:00 s.d 07:00) dan jam beroperasi akan bertambah menjadi sekitar 19 jam jika kebutuhan listrik juga digunakan untuk usaha, dengan demikian rata rata jam operasi selama 16,5 jam/hari. Sedangkan untuk <i>debit design</i> adalah 80% (debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi). Jadi, AF adalah 17 jam/hari dibagi 24 jam dikalikan 80% debit design yaitu sebesar 70%. $T_y = CF \times 8760$
Frekuensi Pengukuran:	-
Lainya:	-

G. Dokumen Verifikasi

1. Dokumen jumlah total listrik neto yang disalurkan PLTA (ROR) ke pengguna.
2. Dokumen sertifikasi kWh meter.
3. Dokumen kapasitas terpasang.
4. Dokumen degradasi produksi listrik.
5. Dokumen faktor emisi CO₂ bahan bakar (minyak solar) yang digunakan terakhir sesuai nasional (Tier-2), atau spesifik (Tier-3).
6. Dokumen nilai kalor bersih bahan bakar (minyak solar) yang digunakan terakhir sesuai nasional (Tier-2), atau spesifik (Tier-3).
7. Dokumen densitas bahan bakar (minyak solar) yang digunakan terakhir sesuai 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	<i>Megawatt hour</i>
kWh	<i>Kilowatt hour</i>
PLTA (RoR)	Pembangkit Listrik Tenaga Air (<i>Run-of-river</i>)

I. Daftar Istilah

Pembangkit listrik tenaga air	<p>Pembangkit listrik yang memanfaatkan tenaga dari aliran/terjunan air, waduk/bendungan, atau saluran irigasi yang pembangunannya bersifat multiguna.</p> <p>Pembangkit listrik tenaga air terbagi menjadi tiga kategori utama yang dibagi berdasarkan kapasitasnya yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pembangkit Listrik Tenaga Air (>10 MW), 2. Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (1-10 MW), 3. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (5 kW-1 MW)
-------------------------------	---

Run-of-river

Jenis pembangkit listrik tenaga air yang memanfaatkan aliran air sungai secara langsung dengan sedikit atau tanpa melalui proses penampungan air