

METODOLOGI PENGHITUNGAN REDUKSI EMISI DAN/ATAU PENINGKATAN SERAPAN GRK

A. Informasi Umum	
Judul Metodologi :	Reduksi emisi dari kegiatan <i>Landfill Gas (LFG) Recovery</i> untuk menghasilkan energi listrik, tanpa pengukuran laju alir gas.
Kategori :	Sektor Limbah
Nomor Penetapan :	MSLI - 006
Tanggal Penetapan :	17 Februari 2020
B. Aksi Mitigasi/Proyek	
Deskripsi aksi mitigasi dalam metodologi :	Aksi mitigasi ini bertujuan untuk mengurangi emisi GRK melalui pemanfaatan LFG untuk menghasilkan energi listrik.
Kriteria kelayakan penerapan metodologi :	Metode ini berlaku pada : <ul style="list-style-type: none"> Pembangkit Listrik Tenaga Sampah melalui pemanfaatan LFG.
Sumber dan jenis Emisi GRK yang diperhitungkan :	<ul style="list-style-type: none"> Emisi CH₄ dari timbunan sampah organik di TPA dalam batas – batas Proyek pada tahun y, sebagai Emisi Baseline -1 ($BE_{y,1}$). Emisi CO₂e untuk menghasilkan sejumlah energi listrik yang dipasok ke sistem interkoneksi tenaga listrik, yang sedianya dapat diproduksi oleh Proyek pada tahun y, ditetapkan sebagai Emisi Baseline -2 ($BE_{y,2}$). Emisi proyek pada tahun y (PE_y) diperkirakan terjadi dari aktifitas – aktifitas berikut: <ol style="list-style-type: none"> Impor listrik <i>on-grid</i> dan konsumsi bahan bakar fosil untuk aktifitas Proyek ($PE_{power,y}$), dalam CO₂e. Flaring/pembakaran dari aliran LFG pada tahun y ($PE_{flare,y}$), dalam CH₄ Proses <i>upgrading</i> LFG pada tahun y ($PE_{process,y}$), dalam CH₄
Batasan proyek :	Lokasi fisik dan geografis dari (zona atau blok) landfill dimana LFG ditangkap, dihancurkan atau digunakan.
C. Perhitungan Emisi <i>Baseline</i>	
Deskripsi <i>baseline</i> :	<ul style="list-style-type: none"> Emisi Baseline -1 ($BE_{y,1}$): Tanpa aktifitas Proyek, biomassa dan fraksi organik lainnya terdegradasi

	<p>(dalam batas Proyek), dan CH₄ diemisikan ke atmosfer.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emisi Baseline -2 (BE_{y,2}): Tanpa aktifitas Proyek, jumlah energi listrik yang dipasok ke sistem interkoneksi tenaga listrik harus ditambah sejumlah energi listrik yang sedianya dapat diproduksi oleh Proyek.
Cara perhitungan emisi <i>baseline</i>	<p>Emisi Baseline -1 (BE_{y,1}):</p> $BE_{y,1} = [(1 - O_x) \cdot (F_{CH_4,PJ,y} - F_{CH_4,BL,y}) \cdot GWP_{CH_4}]$ $F_{CH_4,PJ,y} = \frac{EG_y \cdot 3600}{NCV_{CH_4} \cdot EE_y} \cdot D_{CH_4}$ <p>dimana:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ER_{y,calculated}: reduksi emisi (terhitung) pada tahun y, dalam ton CO₂e - O_x : faktor oksidasi di permukaan <i>landfill</i> - F_{CH₄,PJ,y} : CH₄ ditangkap dan dibakar/digunakan oleh aktifitas proyek pada tahun y, dalam tCH₄. - F_{CH₄,BL,y} : CH₄ ditangkap dan dibakar/digunakan untuk memenuhi standar nasional, diasumsikan nol. - GWP_{CH₄} : <i>Global Warming Potential</i> untuk CH₄ - EG_y : produksi listrik tahun y (MWh-bruto) - 3600 : faktor konversi (1 MWh = 3600 MJ) - NCV_{CH₄,y} : <i>Net Calorific Value</i> dari metana pada tahun y, dalam MJ/Nm³ - EE_y : <i>Energy Conversion Efficiency</i> pada tahun y, dalam % - D_{CH₄,y} : densitas gas metana pada temperatur/tekanan atmosferik pd tahun y, ton/m³ <p>Justifikasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - faktor oksidasi di permukaan landfill diabaikan karena mayoritas <i>landfill</i> Indonesia tidak melakukan <i>daily cover</i> (O_x = 0) - <i>leakage</i> diabaikan karena teknologi penangkapan metana bukan peralatan yang ditransfer dari aktivitas lain (LE_y = 0)

	<p>Emisi Baseline -2 (EB_{y,2}):</p> $BE_{y,2} = PL_y \times EFG_{g,y}$ <p>dimana:</p> <ul style="list-style-type: none"> - BE_{y,2} : Emisi Baseline -2 (dalam batas Proyek) pada tahun y (ton CO₂e). - PL_y : Jumlah bersih energi listrik yang disalurkan Proyek ke sistem interkoneksi tenaga listrik pada tahun y (MWh). - EFG_{g,y} : Faktor Emisi <i>Grid</i> di sistem interkoneksi tenaga listrik <i>g</i> pada tahun y (ton CO₂e/MWh).
D. Perhitungan Emisi Proyek	
Sumber emisi : <i>leakage</i>	LE _y = 0. Diasumsikan tidak ada <i>leakage</i> di Proyek.
Cara perhitungan : emisi proyek	$PE_y = PE_{power,y} + PE_{flare,y} + PE_{process,y}$ <ul style="list-style-type: none"> • $PE_{power,y} = \sum_j EC_{PJ,j,y} \times EF_{EL,j,y} + \sum_j FC_{PJ,j,y} \times EF_{F,j,y}$ Dimana: <ul style="list-style-type: none"> - PE_{power,y} : Emisi Proyek dari konsumsi listrik pada tahun y (ton CO₂e). - $\sum_j EC_{PJ,j,y}$: Konsumsi listrik (impor) oleh sumber <i>j</i> pada tahun y (MWh). - EF_{EL,j,y} : Faktor emisi listrik (on grid) untuk sumber <i>j</i> pada tahun y (ton CO₂e/MWh). - $\sum_j FC_{PJ,j,y}$: Konsumsi bahan bakar fosil untuk sumber <i>j</i> pada tahun y (iter). - NCV_{F,j,y} : <i>Net calorific value</i> untuk sumber <i>j</i> pada tahun y (TJ/liter). - EF_{CO₂,CH₄,N₂O} : Faktor emisi CO₂, CH₄ dan N₂O bahan bakar fosil untuk sumber <i>j</i> pada tahun y (ton CO₂, CH₄ dan N₂O / TJ). - GWP_{CO₂,CH₄,N₂O} : <i>Global Warming Potential</i> untuk CO₂, CH₄ dan N₂O.

	<ul style="list-style-type: none">$PE_{flare,y} = \sum_{h=1}^{8760} TM_{RG,h} x (1 - \eta_{flare,h}) x \frac{GWP_{CH_4}}{1000}$ $TM_{RG,h} = F_{RG,h} \times \omega_{CH_4,RG,h} \times D_{CH_4,n}$ Dimana:<ul style="list-style-type: none">$TM_{RG,h}$ = Laju alir massa CH₄ dalam residual gas dalam jam h (kg/jam).$\eta_{flare,h}$ = efisiensi flare dalam jam h.$F_{RG,h}$ = Laju alir volumetrik gas residu (<i>dry basis</i>) pada kondisi normal dalam m³/jam.$\omega_{CH_4,RG,h}$ = Fraksi volumetrik metana dalam gas residu (<i>dry basis</i>) dalam jam h.$D_{CH_4,n}$ = Densitas metana pada kondisi normal (= 0,716 kg/m³).$PE_{process,y} = 0$. Diasumsikan tidak ada proses <i>up-grading</i> LFG terkait kegiatan proyek.												
E. Perhitungan Penurunan Emisi													
Cara perhitungan : penurunan emisi	$ER_{y,calculated} = (BE_{y,1} + BE_{y,2}) - PE_y - LE_y$												
F. Rencana Pemantauan:													
Parameter yang dimonitor (<i>ex post</i>)	<table><tr><th>Parameter</th><th>Sumber data</th><th>Metode dan prosedur pemantauan</th><th>Frekuensi pemantauan</th></tr><tr><td>EG_y</td><td>Meter arus.</td><td>Monitoring produksi listrik (bruto) yang tercatat di meter arus.</td><td></td></tr><tr><td>EE_y</td><td>Spesifikasi alat</td><td><ul style="list-style-type: none">Spesifikasi disediakan oleh pembuat peralatan.Peralatan tsb harus didesain untuk memanfaatkan biogas sebagai bahan bakar, dan spesifikasi efisiensi adalah untuk biogas.Jika nilai efisiensi diberikan dalam bentuk kisaran</td><td>Minimal satu kali per tahun, atau setelah pergantian peralatan terkait.</td></tr></table>	Parameter	Sumber data	Metode dan prosedur pemantauan	Frekuensi pemantauan	EG _y	Meter arus.	Monitoring produksi listrik (bruto) yang tercatat di meter arus.		EE _y	Spesifikasi alat	<ul style="list-style-type: none">Spesifikasi disediakan oleh pembuat peralatan.Peralatan tsb harus didesain untuk memanfaatkan biogas sebagai bahan bakar, dan spesifikasi efisiensi adalah untuk biogas.Jika nilai efisiensi diberikan dalam bentuk kisaran	Minimal satu kali per tahun, atau setelah pergantian peralatan terkait.
Parameter	Sumber data	Metode dan prosedur pemantauan	Frekuensi pemantauan										
EG _y	Meter arus.	Monitoring produksi listrik (bruto) yang tercatat di meter arus.											
EE _y	Spesifikasi alat	<ul style="list-style-type: none">Spesifikasi disediakan oleh pembuat peralatan.Peralatan tsb harus didesain untuk memanfaatkan biogas sebagai bahan bakar, dan spesifikasi efisiensi adalah untuk biogas.Jika nilai efisiensi diberikan dalam bentuk kisaran	Minimal satu kali per tahun, atau setelah pergantian peralatan terkait.										

			(range), maka nilai efisiensi tertinggi yang digunakan dalam perhitungan.																			
Parameter tetap	:	<table><tr><th>Parameter</th><th>Sumber data</th></tr><tr><td>O_x</td><td>= 0. Faktor oksidasi di permukaan landfill diabaikan karena mayoritas <i>landfill</i> Indonesia (pada kondisi BAU/eksisting) tidak melakukan <i>daily cover</i>.</td></tr><tr><td>GWP_{CH_4}</td><td>= 21 (IPCC (1995): <i>Second Assessment Report</i>)</td></tr><tr><td>$PE_{flare,y}$</td><td>= 0, lihat justifikasi pada poin D.</td></tr><tr><td>$PE_{power,y}$</td><td>= 0, lihat justifikasi pada poin D.</td></tr><tr><td>LE_y</td><td>= 0, lihat justifikasi pada poin D.</td></tr><tr><td>$NCV_{CH_4,y}$</td><td>= 35,9 MJ/NM³(UNFCC, 2014: Metodologi penghitungan GRK penangkapan LFG skala kecil (<i>small scale LFG recovery</i>)).</td></tr><tr><td>EE_y</td><td>40 % (UNFCC, 2014: Metodologi perhitungan untuk <i>small scale LFG recovery</i>)</td></tr><tr><td>$D_{CH_4,y}$</td><td>0,000716 ton/m³ (ACM 0001 <i>Flaring or use of Landfill Gas</i>).</td></tr></table>			Parameter	Sumber data	O_x	= 0. Faktor oksidasi di permukaan landfill diabaikan karena mayoritas <i>landfill</i> Indonesia (pada kondisi BAU/eksisting) tidak melakukan <i>daily cover</i> .	GWP_{CH_4}	= 21 (IPCC (1995): <i>Second Assessment Report</i>)	$PE_{flare,y}$	= 0, lihat justifikasi pada poin D.	$PE_{power,y}$	= 0, lihat justifikasi pada poin D.	LE_y	= 0, lihat justifikasi pada poin D.	$NCV_{CH_4,y}$	= 35,9 MJ/NM ³ (UNFCC, 2014: Metodologi penghitungan GRK penangkapan LFG skala kecil (<i>small scale LFG recovery</i>)).	EE_y	40 % (UNFCC, 2014: Metodologi perhitungan untuk <i>small scale LFG recovery</i>)	$D_{CH_4,y}$	0,000716 ton/m ³ (ACM 0001 <i>Flaring or use of Landfill Gas</i>).
Parameter	Sumber data																					
O_x	= 0. Faktor oksidasi di permukaan landfill diabaikan karena mayoritas <i>landfill</i> Indonesia (pada kondisi BAU/eksisting) tidak melakukan <i>daily cover</i> .																					
GWP_{CH_4}	= 21 (IPCC (1995): <i>Second Assessment Report</i>)																					
$PE_{flare,y}$	= 0, lihat justifikasi pada poin D.																					
$PE_{power,y}$	= 0, lihat justifikasi pada poin D.																					
LE_y	= 0, lihat justifikasi pada poin D.																					
$NCV_{CH_4,y}$	= 35,9 MJ/NM ³ (UNFCC, 2014: Metodologi penghitungan GRK penangkapan LFG skala kecil (<i>small scale LFG recovery</i>)).																					
EE_y	40 % (UNFCC, 2014: Metodologi perhitungan untuk <i>small scale LFG recovery</i>)																					
$D_{CH_4,y}$	0,000716 ton/m ³ (ACM 0001 <i>Flaring or use of Landfill Gas</i>).																					
Dokumen untuk verifikasi	:	<ul style="list-style-type: none">• Dokumen parameter yang dimonitor: Berita Acara yang memuat hasil pembacaan alat ukur produksi listrik (meter arus).• Faktor emisi listrik dan bahan bakar• Rekening listrik.• Pencatatan pemakaian bahan bakar (bensin dan solar)																				

G. Daftar Singkatan:

AM	: <i>Approved Methodology</i>
ACM	: <i>Approved Consolidated Methodology</i>
CDM	: <i>Clean Development Mechanism</i>
CH ₄	: Metana
CO ₂	: Karbondioksida
EE	: <i>Energy Efficiency</i>
EG	: <i>Electricity Generation.</i>
FE (EF)	: Faktor Emisi (<i>Emissions Factors</i>)
GRK	: Gas Rumah Kaca (<i>Green House Gases</i>)
GWP	: <i>Global Warming Potential</i>
JCM	: <i>Join Crediting Mechanism</i>
LFG	: <i>Landfill Gas</i>
N ₂ O	: <i>Nitric Acid</i>
NCV	: <i>Net Calorific Value</i>

H. Daftar Istilah:

Baseline Emisi	: Emisi metana yang harus dibakar dan/atau dimanfaatkan untuk memenuhi persyaratan nasional dalam sebuah operasional landfill.
<i>Energy Efficiency</i>	: Efisiensi konversi energi dari peralatan proyek.
Reduksi emisi <i>Ex-Ante</i>	: Estimasi reduksi emisi yang dapat diperoleh dari aktifitas proyek.
Reduksi emisi <i>Ex-Post</i>	: Emisi reduksi aktual yang didapat oleh aktifitas proyek selama periode pemantauan, yang didapat dari jumlah metana yang dibakar dan/atau digunakan.
Mitigasi	: Upaya menahan dan/atau menurunkan laju emisi GRK dengan cara pembakaran dan/atau pemanfaatan metana yang dihasilkan dari penguraian sampah organik di landfill.
Flaring	: Pembakaran gas.