

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 dan produksi listrik
Kategori	: Sektor Limbah
Nomor usulan	: MSLI-007
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 sebagai pemasok energi listrik untuk penerangan di TPA.
Kriteria kelayakan penerapan metodologi	: Metode ini berlaku pada : <ul style="list-style-type: none"> • Aksi flaring pada fasilitas methan capture di TPA dan/atau, • 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 ($BE_{y,1}$). • Jika LFG dimanfaatkan untuk memproduksi listrik, maka emisi CO_{2e} 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"> a. Impor listrik <i>on-grid</i> dan konsumsi bahan bakar fosil untuk aktifitas Proyek ($PE_{power,y}$), dalam CO_{2e}. b. Flaring/pembakaran dari aliran LFG pada tahun y ($PE_{flare,y}$), dalam CH₄. c. Proses <i>upgrading</i> LFG pada tahun y ($PE_{process,y}$), dalam CH₄
Batasan proyek	: Lokasi fisik dan geografis dari (zona atau blok) <i>landfill</i> 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 (dalam batas Proyek), dan CH₄ diemisikan ke atmosfer. • 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 penghitungan emisi <i>baseline</i> :	<p><u>Emisi Baseline -1 (BE_{y,1}):</u></p> $BE_y = [(1 - O_x) \cdot (F_{CH_4,PJ,y} - F_{CH_4,BL,y}) \cdot GWP_{CH_4}]$ $F_{CH_4,y} = \frac{EG_y \cdot 3600}{NCV_{CH_4} \cdot EE_y} \cdot D_{CH_4}$ $EG_y = \sum \text{lampu} \times \frac{\text{daya lampu rerata (Watt)}}{10^{-6} \left(\frac{\text{Watt}}{\text{MW}} \right)} \times \text{Rerata pemakaian lampu} \left(\frac{\text{jam}}{\text{hari}} \right) \times \sum \text{hari pemakaian} \left(\frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \right)$ <p>dimana:</p> <ul style="list-style-type: none"> - BE_y : emisi baseline 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) - Σ lampu : jumlah lampu yang memakai energi dari biogas (LFG). - 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 pd temperatur/tekanan atmosferik pd tahun y, ton/m³ <p>Justifikasi:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Faktor oksidasi di permukaan <i>landfill</i> 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 g 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"> • $PE_{power,y} = (\sum_j EC_{PJ,j,y} \times EF_{EL,j,y})$ <p>Dimana:</p> <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 j pada tahun y (MWh). - $EF_{EL,j,y}$: Faktor emisi listrik (on grid) untuk sumber j pada tahun y (ton CO₂e/MWh). - $\sum_j FC_{PJ,j,y}$: Konsumsi bahan bakar fosil untuk sumber j pada tahun y (iter). - $NCV_{F,j,y}$: <i>Net calorific value</i> untuk sumber j pada tahun y (TJ/liter). - EF_{CO_2,CH_4,N_2O} : Faktor emisi CO₂, CH₄ dan N₂O bahan bakar fosil untuk sumber j pada tahun y (ton CO₂, CH₄ dan N₂O / TJ).

	<ul style="list-style-type: none"> - GWP_{CO_2,CH_4,N_2O} : <i>Global Warming Potential</i> untuk CO_2, CH_4 dan N_2O. • $PE_{flare,y} = \sum_{h=1}^{8760} TM_{RG,h} x (1 - \eta_{flare,h}) x \frac{GWP_{CH_4}}{1000}$ $TM_{RG,h} = F_{RG,h} \times \omega_{CH_4,RG,h} \times D_{CH_4,n}$ Dimana: <ul style="list-style-type: none"> - $TM_{RG,h}$ = Laju alir massa CH_4 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 m^3/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 ($=0,716 \text{ kg/m}^3$). <p>$PE_{process,y} = 0$. Diasumsikan tidak ada proses <i>up-grading</i> CH_4 terkait Proyek.</p>
--	--

E. Perhitungan Penurunan Emisi:

Cara perhitungan penurunan emisi :	$ER_{y,calculated} = BE_y - PE_y - LE_y$ <p>dimana:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $ER_{y,calculated}$: reduksi emisi (terhitung) pada tahun y, dalam ton CO_2e - O_x : faktor oksidasi di permukaan <i>landfill</i> - $F_{CH_4,PJ,y}$: CH_4 ditangkap dan dibakar/digunakan oleh aktifitas proyek pada tahun y, dalam tCH_4. - $F_{CH_4,BL,y}$: CH_4 ditangkap dan dibakar/digunakan untuk memenuhi standar nasional, diasumsikan nol. - GWP_{CH_4} : <i>Global Warming Potential</i> untuk CH_4 - PE_y : emisi kegiatan tahun y (<i>power/flare/process</i>) - LE_y : efek leakage dari kegiatan tahun y (<i>power/flare/process</i>) - EG_y : produksi listrik tahun y (MWh-bruto) - Σ lampu : jumlah lampu yang memakai energi dari biogas (LFG). - 3600 : faktor konversi (1 MWh = 3600 MJ) - $NCV_{CH_4,y}$: <i>Net Calorific Value</i> dari metana pada tahun y, dalam MJ/Nm^3
------------------------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> - EE_y : <i>Energy Conversion Efficiency</i> pada tahun y, dalam % - $D_{CH_4,y}$: densitas gas metana pd temperatur/tekanan atmosferik pd tahun y, ton/m^3 <p>Justifikasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Faktor oksidasi di permukaan <i>landfill</i> 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 ($LE_y = 0$).
--	--

F. Rencana Pemantauan:

Parameter yang dimonitor (<i>ex post</i>) :				
		Parameter	Sumber data	Metode dan prosedur pemantauan
		Jumlah lampu (menggunakan listrik dari LFG)	Isian template perhitungan dan/atau data pengelola.	Jumlah sambungan rumah, jenis dan tingkat konsumsi bahan bakar dimonitor secara <i>ex-post</i> berdasarkan data pengelola dan/atau isian template perhitungan.
		Rerata daya lampu		
		Rerata pemakaian lampu		
		Jumlah hari pemakaian per tahun		
				Frekuensi pemantauan
				Pencatatan tahunan (seiring dengan pelaporan inventarisasi GRK).

Parameter tetap	:	
	Parameter	Sumber data
	O_x	= 0. Faktor oksidasi di permukaan <i>landfill</i> diabaikan karena mayoritas <i>landfill</i> Indonesia (pada kondisi eksisting) tidak melakukan <i>daily cover</i> .
	GWP_{CH_4}	= 21 (IPCC, 1995: <i>Second Assessment Report</i>)
	PE_y	= 0, lihat justifikasi pada poin D.
	LE_y	= 0, lihat justifikasi pada poin D.
	$Q_{SR,y}$	= 3 kg LPG (1 tabung melon) per minggu.
	$NCV_{CH_4,y}$	= 35,9 MJ/NM ³ (UNFCC, 2014: Metodologi perhitungan untuk <i>small scale LFG recovery</i>).
EE_y	= 90 % (UNFCC, 2014: Metodologi perhitungan untuk <i>small scale LFG recovery</i>)	
$D_{CH_4,y}$	= 0,000716 ton/m ³ (ACM 0001 Flaring or use of Landfill Gas).	

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>
SR	:	Sambungan Rumah
Q_{SR}	:	Rerata konsumsi LPG (setara LPG) rumah tangga pada tahun y.

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
Sambungan Rumah	: Jumlah penyambungan pipa LFG ke rumah – rumah penduduk atau jumlah konsumen LFG.