

METODOLOGI PENGHITUNGAN REDUKSI EMISI DAN/ATAU PENINGKATAN SERAPAN GRK

A. Informasi Umum	
Judul Metodologi :	Reduksi emisi dari kegiatan <i>Landfill Gas</i> (LFG) <i>Recovery</i> dengan flaring dan/atau untuk menghasilkan energi listrik, dengan pengukuran laju alir gas.
Kategori :	Sektor Limbah
Nomor Penetapan :	MSLI – 005
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"> • Aksi flaring pada fasilitas <i>methan capture</i> 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 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"> a. Impor listrik <i>on-grid</i> dan konsumsi bahan bakar fosil untuk aktifitas Proyek ($PE_{power,y}$), dalam CO₂e. 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 CH ₄
Batasan Proyek :	Lokasi fisik dan geografis dari (zona atau blok) <i>landfill</i> dimana LFG ditangkap, dihancurkan dan/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 perhitungan emisi <i>baseline</i> :	<p><u>Emisi Baseline -1 ($BE_{y,1}$):</u></p> $BE_{y,1} = [(1 - O_x) \cdot (F_{CH_4,PJ,y} - F_{CH_4,BL,y}) \cdot GWP_{CH_4}]$ $F_{CH_4,PJ,y} = D_{CH_4,y} \cdot \omega_{CH_4,y} \cdot \sum_i^n LFG_{i,y}$ <p>dimana:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $BE_{y,1}$: Emisi Baseline -1 (dalam batas Proyek) pada tahun y (ton CO₂e). - O_x : Faktor oksidasi di permukaan <i>landfill</i>, diasumsikan Nol. - $F_{CH_4,PJ,y}$: CH₄ ditangkap dan dibakar/digunakan oleh aktifitas Proyek pada tahun y (ton CH₄). - $F_{CH_4,BL,y}$: CH₄ ditangkap dan dibakar/digunakan untuk memenuhi standar nasional, diasumsikan nol. - GWP_{CH_4} : <i>Global Warming Potential</i> untuk CH₄. - $D_{CH_4,y}$: Densitas metan pada suhu dan tekanan LFG pd tahun y (ton/m³). - $\omega_{CH_4,y}$: Fraksi metan di LFG pada tahun ke y (% volume).

	<p>- $LFG_{i,y}$: LFG yang dimusnahkan dengan metode i (power/flare/process) pada tahun y (m^3 LFG).</p> <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> ($O_x = 0$). • Baseline untuk aktifitas penangkapan CH_4 dianggap Nol, karena belum ada kebijakan penghancuran dan/atau pemanfaatan CH_4 di TPA. <p><u>Emisi Baseline -2 ($EB_{y,2}$):</u></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 CO_2e). - 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 CO_2e/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	<p>: $PE_y = PE_{power,y} + PE_{flare,y} + PE_{process,y}$</p> <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 CO_2e). - $\sum_j EC_{PJ,j,y}$: 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 CO_2e/MWh).

	<ul style="list-style-type: none">- $\sum_j FC_{PJ,j,y}$: 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).- GWP_{CO_2,CH_4,N_2O} : <i>Global Warming Potential</i> untuk CO₂, CH₄ dan N₂O. <p>• $PE_{flare,y} = \sum_{h=1}^{8760} TM_{RG,h} x (1 - \eta_{flare,h}) x \frac{GWP_{CH_4}}{1000}$ $TM_{RG,h} = F_{RG,h} \times \omega_{CH_4,RG,h} \times D_{CH_4,n}$ Dimana:</p> <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). <p>$PE_{process,y} = 0$. Diasumsikan tidak ada proses <i>up-grading</i> CH₄ terkait Proyek.</p>								
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>LFG_{i,y}</td><td>Flow meter.</td><td>Monitoring volume LFG recovery yang dibakar (flaring)/digunakan sebagai bahan bakar secara <i>ex-post</i></td><td><i>Continuous flow measurement</i> dengan pencatatan volume akumulasi (misal pembacaan jam-jaman atau harian).</td></tr></table>	Parameter	Sumber data	Metode dan prosedur pemantauan	Frekuensi pemantauan	LFG _{i,y}	Flow meter.	Monitoring volume LFG recovery yang dibakar (flaring)/digunakan sebagai bahan bakar secara <i>ex-post</i>	<i>Continuous flow measurement</i> dengan pencatatan volume akumulasi (misal pembacaan jam-jaman atau harian).
Parameter	Sumber data	Metode dan prosedur pemantauan	Frekuensi pemantauan						
LFG _{i,y}	Flow meter.	Monitoring volume LFG recovery yang dibakar (flaring)/digunakan sebagai bahan bakar secara <i>ex-post</i>	<i>Continuous flow measurement</i> dengan pencatatan volume akumulasi (misal pembacaan jam-jaman atau harian).						

			menggunakan <i>continuous flow meter</i>	
	$F_{RG,h}$	Flow meter.	Volume residual gas dimonitor secara <i>ex-post</i> menggunakan <i>continuous flow meter</i> .	<i>Continuous flow measurement</i> dengan pencatatan volume akumulasi (misal pembacaan jam-jaman atau harian).
	$\omega_{CH_4,y}$ $\omega_{CH_4,RG,h}$	Gas analyzer	<ul style="list-style-type: none"> • Fraksi metana dalam LFG dan residual gas diukur dengan sebuah <i>continuous analyzer</i>. • Atau dengan pengukuran periodik pada tingkat keyakinan 90%. • Peralatan yang digunakan dapat mengukur kandungan metana di LFG dan residual gas. • Pengukuran fraksi metana dilakukan di dekat sistem dimana terdapat pengukuran aliran gas, temperatur dan tekanan dilakukan, serta pada kandungan air yang sama. • Peralatan yang digunakan harus terkalibrasi secara periodik sesuai manual alat. 	frekuensi pengukuran sama dengan aliran gas atau, pengukuran periodik dengan tingkat keyakinan 90%.
	$T^{\circ}C$ & P (Pa)		<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur dan tekanan gas dibutuhkan untuk menentukan densitas metana yang dibakar. • Jika LFG <i>flow meter</i> yang digunakan mengukur laju alir, 	Diukur bersamaan dengan pengukuran kandungan metana.

			temperatur dan tekanan menampilkan laju alir LFG yang telah dinormalkan, maka tidak diperlukan pengukuran temperatur dan tekanan yang terpisah.													
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>$F_{CH_4,BL,y}$</td><td>= 0. Belum ada kewajiban untuk membakar/memanfaatkan LFG dalam operasional <i>landfill</i> di TPA Indonesia.</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><tr><td>$PE_{process,y}$</td><td>= 0, lihat justifikasi pada poin D.</td></tr><tr><td>LE_y</td><td>= 0, lihat justifikasi pada poin D.</td></tr></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> .	$F_{CH_4,BL,y}$	= 0. Belum ada kewajiban untuk membakar/memanfaatkan LFG dalam operasional <i>landfill</i> di TPA Indonesia.	$D_{CH_4,y}$	= 0,000716 ton/m ³ (ACM 0001 <i>Flaring or use of Landfill Gas</i>).	$PE_{process,y}$	= 0, lihat justifikasi pada poin D.	LE_y	= 0, lihat justifikasi pada poin D.
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> .															
$F_{CH_4,BL,y}$	= 0. Belum ada kewajiban untuk membakar/memanfaatkan LFG dalam operasional <i>landfill</i> di TPA Indonesia.															
$D_{CH_4,y}$	= 0,000716 ton/m ³ (ACM 0001 <i>Flaring or use of Landfill Gas</i>).															
$PE_{process,y}$	= 0, lihat justifikasi pada poin D.															
LE_y	= 0, lihat justifikasi pada poin D.															
Dokumen untuk verifikasi :	<ul style="list-style-type: none">Dokumen parameter yang dimonitor: Berita Acara yang memuat hasil pembacaan alat ukur produksi gas metan, residual gas, fraksi metana, suhu, tekanan.Faktor emisi listrik dan bahan bakarRekening listrikPencatatan 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	:	Efisiensi Energi (<i>Energy Efficiency</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	: Nitrogen Oksida (<i>Nitric Acid</i>)
NCV	: <i>Net Calorific Value</i>
Nm ³	: <i>Normal Cubic Meter</i>
Pa	: Pascal
H. Daftar Istilah	
Baseline Emisi	: Emisi metana yang harus dibakar dan/atau dimanfaatkan untuk memenuhi persyaratan nasional dalam sebuah operasional landfill.
Reduksi emisi <i>Ex-Ante</i>	: Potensi 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.