

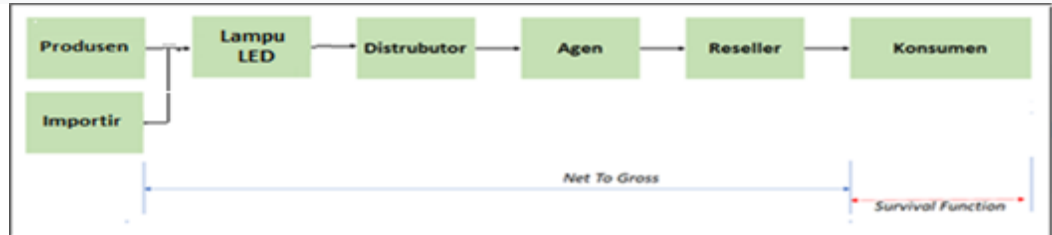
Metodologi Penghitungan Pengurangan Emisi dan/atau Peningkatan Serapan GRK dalam Kerangka Verifikasi Aksi Mitigasi

A. Informasi Umum	
Judul Metodologi :	Penerapan Kebijakan SKEM untuk Peralatan Lampu <i>Light Emitting Diode</i> Swabalast (bulb), Tabung Swabalast (tube), dan Luminer (lmnr)
Referensi :	AMS.II.J Versi 04, Keputusan Menteri ESDM 135.K/EK.07/DJE/2022 tentang Standar Kinerja Energi Minimum (SKEM) dan Label Tanda Hemat Energi (LTHE) untuk Lampu Light Emitting Diode (LED)
Sektor :	ENERGI
Kategori :	Penerapan Teknologi Efisien [MSEE-009]
Nomor & Tanggal Penetapan :	SK.24/PPI/IGAS/PPI.2/10/2022 31 Oktober 2022
B. Aksi Mitigasi	
Deskripsi aksi mitigasi :	Aksi mitigasi ini bertujuan untuk mengurangi emisi GRK dari penggunaan Lampu LED yang kurang efisien dengan Lampu LED yang efisien
Kriteria kelayakan penerapan metodologi :	<p>Metodologi ini berlaku dengan kondisi sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Metodologi ini disusun untuk mengetahui potensi mitigasi GRK atas regulasi Lampu LED tahun 2022. 2. Baseline lampu LED untuk Lampu LED Swabalast (bulb) adalah SKEM sebesar 80 lumen/watt, Lampu LED Tabung Swabalast (tube) adalah SKEM sebesar 100 lumen/watt, dan Lampu LED Luminer (lmnr) adalah SKEM sebesar 120 lumen/watt. 3. Lampu LED Swabalast (bulb), Lampu LED Tabung Swabalast (tube), dan Lampu LED Luminer (lmnr) merupakan Lampu LED baru, bukan yang diambil dari kegiatan lain atau bekas. 4. Kapasitas Lampu LED Swabalast (bulb) dan Lampu LED Tabung Swabalast (tube) maksimum 60 W, serta Lampu LED Luminer (lmnr) maksimum 250 W. 5. Penghitungan mitigasi GRK didasarkan atas penyediaan (produksi dan impor) ketiga jenis Lampu LED tersebut. 6. Penyediaan Lampu LED sampai ke konsumen mempertimbangkan Faktor <i>Net to Gross</i> dan Faktor <i>Survival Function</i>. 7. Pengguna Lampu LED terhubung dengan jaringan interkoneksi tenaga listrik. 8. Lampu LED Swabalast (bulb) dan Lampu Tabung Swabalast (tube) memiliki persyaratan kinerja sebagaimana diatur dalam SNI IEC 62612: 2016, sedangkan Lampu LED Luminer (lmnr) memiliki persyaratan kinerja sebagaimana diatur dalam SNI IEC/PAS 62717:2015 dan CIE S 025/E:2015. 9. <i>Lifetime</i> Lampu LED Swabalast (bulb) adalah 5,4 tahun, Lampu Tabung Swabalast (tube) adalah 8,2 tahun, dan LED Luminer (lmnr) adalah 11,4 tahun. 10. Rata-rata jam nyala Lampu LED Swabalast (bulb) adalah 7,6 jam, Lampu Tabung Swabalast (tube) adalah 10 jam, dan LED Luminer (lmnr) adalah 12 jam.
Sumber dan jenis Emisi GRK yang diperhitungkan :	Sumber emisi GRK yang diperhitungkan adalah emisi CO ₂ akibat penyediaan dan pemanfaatan Lampu LED <i>baseline</i> dan diganti Lampu LED yang mempunyai nilai

lumen/watt yang lebih tinggi dibanding dengan nilai lumen/watt lampu LED *baseline*, sebagaimana diatur pada KepMen ESDM 135.K/EK.07/DJE/2022.

C. Perhitungan Emisi *Baseline*

Batas aksi mitigasi : Batas aksi mitigasi (*boundary*) substitusi Lampu LED Swabalast (bulb), Lampu LED Tabung Swabalast (tube), dan Lampu LED Luminar (Imnr) ditunjukkan pada Gambar-1, Gambar-2 sd 4.



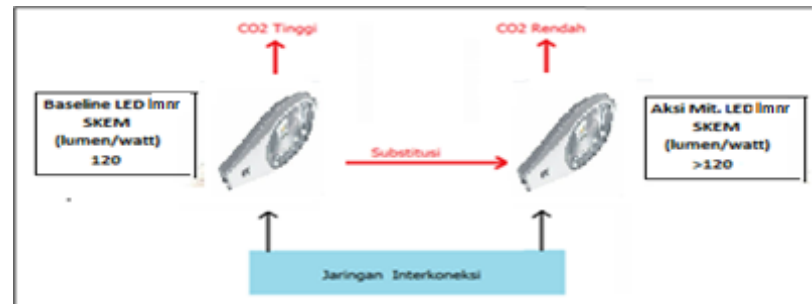
Gambar 1. Batas *Boundary* Penyediaan Lampu LED



Gambar 2. *Boundary* Pemanfaatan Lampu LED Swabalast (Bulb)



Gambar 3. *Boundary* Pemanfaatan Lampu LED Tabung Swabalast (Tube)



Gambar 4. *Boundary* Pemanfaatan Lampu LED Luminar (Imnr)

Deskripsi *baseline* : *Baseline* adalah penggunaan Lampu LED Swabalast (bulb) dengan SKEM 80 lumen/watt, Lampu LED Tabung Swabalast (tube) dengan SKEM 100 lumen/watt, dan Lampu LED Luminar (Imnr) dengan SKEM 120 lumen/watt dan akan

	berlangsung terus menerus jika tidak ada kegiatan aksi mitigasi Lampu LED bulb/tube/lmnr yang efisien.
Cara perhitungan emisi <i>baseline</i> :	-
D. Perhitungan Emisi Aksi Mitigasi	
Sumber emisi <i>leakage</i> :	Emisi <i>leakage</i> tidak ada atau sama dengan “0”
Cara perhitungan emisi Aksi Mitigasi :	<p>1. Lampu LED Swabalast (bulb)</p> $PE_y = JLT_{i,y} \times HLDS_{i,y} \times FE_{Lst,y} \times \frac{1}{(1-TDL_y)} \times FKS F_{LED,bulb,y} \times \frac{1}{1000}$ $JLT_{i,y} = PRODIMP_{LED,bulb,i,y} \times NTG$ $HLDS_{i,y} = HD_{LED,bulb,i,y} \times JNDS_{i,y} \times JHDS_y \times \frac{1}{1000}$ $HD_{LED,bulb,i,y} = EDL_{LED,bulb,base,i,y} - D_{LED,bulb,1*sd5*,i,y}$ $EDL_{LED,bulb,base,i,y} = D_{LED,bulb,1*sd5*,i,y} \times \frac{L_{LED,bulb,1*sd5*,i,y}}{L_{LED,bulb,base,i,y}}$ $L_{LED,bulb,1*sd5*,i,y} = D_{LED,bulb,1*sd5*,i,y} \times E_{LED,bulb,1*sd5*,i,y}$ $L_{LED,bulb,base,i,y} = D_{LED,bulb,1*sd5*,i,y} \times E_{LED,bulb,base,i,y}$ <p>Dimana:</p> <p>PE_y = Penurunan emisi GRK pada tahun y (ton CO2)</p> <p>JLT_{i,y} = Jumlah Lampu LED Swabalast yang terjual (fraksi)</p> <p>HLDS_{i,y} = Hemat Listrik Dalam setahun menurut daya lampu i pada tahun y (kWh)</p> <p>FE_{Lst,y} = Faktor Emisi CO2 sistem tenaga listrik nasional (kg CO2/kWh)</p> <p>TDL_y = Losses transmisi dan distribusi listrik nasional (fraksi)</p> <p>FKSF_{LED,bulb,i,y} = Faktor Koreksi <i>Survival Function</i> (fraksi)</p> <p>PRODIMP_{LED,bulb,i,y} = Produksi dan Impor lampu LED Swabalast menurut daya lampu i pada tahun y (fraksi)</p> <p>NTG = <i>Net to Gross</i> (0,95)</p> <p>HD_{LED,bulb,i,y} = Hemat Daya Lampu LED Swabalast tipe i pada tahun y (Watt)</p> <p>JNDS_{i,y} = Jam Nyala Dalam Sehari sesuai Hasil Studi <i>Indonesia Lighting Market Study and Policy Analysis</i> CLASP Tahun 2020 (7,6 jam/hari)</p> <p>JHDS_y = Jumlah Hari dalam Setahun (365 hari)</p>

$EDL_{LED, \text{bulb}, \text{base}, i, y}$	= Ekuivalen Daya Lampu LED Swabalast 1* sd 5* terhadap Lampu LED Swabalast <i>baseline</i> tipe i tahun y (fraksi)
$D_{LED, \text{bulb}, i, y}$	= Daya Lampu LED Swabalast tipe i tahun y (Watt)
$L_{LED, \text{bulb}-1*sd5*, i, y}$	= Nilai Lumen Lampu LED Swabalast 1* sd 5* tipe i pada tahun y (fraksi)
$L_{LED, \text{bulb}, \text{base}, i, y}$	= Nilai Lumen Lampu LED Swabalast <i>baseline</i> tipe i pada tahun y (fraksi)
$E_{LED, \text{bulb}-1*sd5*, i, y}$	= Efikasi Lampu LED Swabalast 1* sd 5* tipe i tahun y (Lumen/Watt)
$E_{LED, \text{bulb}, \text{base}, i, y}$	= Efikasi Lampu LED Swabalast <i>baseline</i> tipe i tahun y (Lumen/Watt)
i	= Tipe Daya Lampu LED Swabalast
y	= Tahun aksi mitigasi

2. Lampu LED Tabung Swabalast (Tube)

$$PE_y = JLT_{i,y} \times HLDS_{i,y} \times FE_{Lst,y} \times \frac{1}{(1-TDL_y)} \times FKS F_{LED, tube, y} \times \frac{1}{1000}$$

$$JLT_{i,y} = PRODIMP_{LED, tube, i, y} \times NTG$$

$$HLDS_{i,y} = HD_{LED, tube, i, y} \times JNDS_{i,y} \times JHDS_y \times \frac{1}{1000}$$

$$HD_{LED, tube, \text{base}, i, y} = EDL_{LED, tube, \text{base}, i, y} - D_{LED, tube, efsn, i, y}$$

$$EDL_{LED, tube, \text{base}, i, y} = D_{LED, tube, efsn, i, y} \times \frac{L_{LED, tube, efsn, i, y}}{L_{LED, tube, \text{base}, i, y}}$$

$$L_{LED, tube, efsn, i, y} = D_{LED, tube, efsn, i, y} \times E_{LED, tube, efsn, i, y}$$

$$L_{LED, tube, \text{base}, i, y} = D_{LED, tube, efsn, i, y} \times E_{LED, tube, \text{base}, i, y}$$

Dimana:

PE_y	= Penurunan emisi GRK pada tahun y (ton CO2)
$JLT_{i,y}$	= Jumlah Lampu LED yang terjual (fraksi)
$HLDS_{i,y}$	= Hemat Listrik Dalam setahun menurut daya lampu i pada tahun y (kWh)
$FE_{Lst,y}$	= Faktor Emisi CO2 sistem tenaga listrik nasional (kg CO2/kWh)
TDL_y	= Loses transmisi dan distribusi listrik nasional (fraksi)
$FKS F_{LED, tube, i, y}$	= Faktor Koreksi <i>Survival Function</i> (fraksi)
$PRODIMP_{LED, tube, i, y}$	= Produksi dan Impor lampu LED Tabung Swabalast menurut daya lampu i pada tahun y (fraksi)
NTG	= Net to Gross (0,95)

$HD_{LED,tube,i,y}$	= Hemat Daya Lampu LED Tabung Swabalast tipe i pada tahun y (Watt)
$JNDS_{i,y}$	= Jam Nyala Dalam Sehari sesuai Hasil Studi <i>Indonesia Lighting Market Study and Policy Analysis</i> CLASP Tahun 2020 (10 jam/hari)
$JHDS_y$	= Jumlah Hari dalam Setahun (365 hari)
$EDL_{LED,tube,base,i,y}$	= Ekuivalen Daya Lampu Tabung Swabalast efisien terhadap Lampu Tabung Swabalast <i>baseline</i> tipe i tahun y (fraksi)
$D_{LED,tube,i,y}$	= Daya Lampu LED Tabung Swabalast tipe i tahun y (Watt)
$L_{LED,tube,efsn,i,y}$	= Nilai Lumen Lampu LED Tabung Swabalast efisien tipe i pada tahun y (fraksi)
$L_{LED,tube,base,i,y}$	= Nilai Lumen Lampu LED Tabung Swabalast <i>baseline</i> tipe i pada tahun y (fraksi)
$E_{LED,tube,efsn,i,y}$	= Efikasi Lampu LED Tabung Swabalast efisien tipe i tahun y (Lumen/Watt)
$E_{LED,tube,base,i,y}$	= Efikasi Lampu LED Tabung Swabalast <i>baseline</i> tipe i tahun y (Lumen/Watt)
i	= Tipe Daya Lampu LED
y	= Tahun aksi mitigasi

3. Lampu LED Luminar (lmnr)

$$PE_y = JLT_{i,y} \times HLDS_{i,y} \times FE_{Lst,y} \times \frac{1}{(1-TDL_y)} \times FKS F_{LED,lmnr,y} \times \frac{1}{1000}$$

$$JLT_{i,y} = PRODIMP_{LED,lmnr,i,y} \times NTG$$

$$HLDS_{i,y} = HD_{LED,lmnr,i,y} \times JNDS_{i,y} \times JHDS_y \times \frac{1}{1000}$$

$$HD_{LED,lmnr,base,i,y} = EDL_{LED,lmnr,base,i,y} - D_{LED,lmnr,efsn,i,y}$$

$$EDL_{LED,lmnr,base,i,y} = D_{LED,lmnr,efsn,i,y} \times \frac{L_{LED,lmnr,efsn,i,y}}{L_{LED,lmnr,base,i,y}}$$

$$L_{LED,lmnr,efsn,i,y} = D_{LED,lmnr,efsn,i,y} \times E_{LED,lmnr,efsn,i,y}$$

$$L_{LED,lmnr,base,i,y} = D_{LED,lmnr,efsn,i,y} \times E_{LED,lmnr,base,i,y}$$

Dimana:

PE_y	= Penurunan emisi GRK pada tahun y (ton CO ₂)
$JLT_{i,y}$	= Jumlah Lampu LED yang terjual (fraksi)
$HLDS_{i,y}$	= Hemat Listrik Dalam setahun menurut daya lampu i pada tahun y (kWh)
$FE_{Lst,y}$	= Faktor Emisi CO ₂ sistem tenaga listrik nasional (kg CO ₂ /kWh)

	TDL_y = Losses transmisi dan distribusi listrik nasional (fraksi) $FKSF_{LED,lmnr,base,i,y}$ = Faktor Koreksi <i>Survival Function</i> (fraksi) $PRODIMP_{LED,lmnr,i,y}$ = Produksi dan Impor lampu LED Luminer menurut daya lampu i pada tahun y (fraksi) NTG = Net to Gross (0,95) $HD_{LED,lmnr,i,y}$ = Hemat Daya Lampu LED Luminer tipe i pada tahun y (Watt) $JNDS_{i,y}$ = Jam Nyala Dalam Sehari sesuai Hasil Studi <i>Indonesia Lighting Market Study and Policy Analysis</i> CLASP Tahun 2020 (12 jam/hari) $JHDS_y$ = Jumlah Hari dalam Setahun (365 hari) $EDL_{LED,lmnr,base,i,y}$ = Ekuivalen Daya Lampu LED Luminer efisien terhadap Lampu LED Luminer <i>baseline</i> tipe i tahun y (fraksi) $D_{LED,lmnr,i,y}$ = Daya Lampu LED Luminer tipe i tahun y (Watt) $L_{LED,lmnr,efsn,i,y}$ = Nilai Lumen Lampu LED Luminer efisien tipe i pada tahun y (fraksi) $L_{LED,lmnr,base,i,y}$ = Nilai Lumen Lampu LED Luminer <i>baseline</i> tipe i pada tahun y (fraksi) $E_{LED,lmnr,efsn,i,y}$ = Efikasi Lampu LED Luminer efisien tipe i tahun y (Lumen/Watt) $E_{LED,lmnr,base,i,y}$ = Efikasi Lampu LED Luminer <i>baseline</i> tipe i tahun y (Lumen/Watt) i = Tipe Daya Lampu LED y = Tahun aksi mitigasi
--	---

E. Perhitungan Penurunan Emisi

Cara perhitungan :
penurunan emisi

F. Rencana Pemantauan

Parameter Ex-ante (tidak dimonitor)

1. Faktor Emisi Listrik

Parameter	$FE_{listrik,CO2,y}$
Satuan	Kg CO ₂ /kWh
Deskripsi	Faktor Emisi GRK Jaringan Ketenagalistrikan
Sumber Data	Direktorat Teknik dan Lingkungan, DJ Gatrik, KESDM
Metode dan Prosedur Pengukuran	Sesuai metodologi CDM terbaru
Frekwensi Pengukuran	Setahun sekali
QA/QC	
Lainya	-

2. Total Produksi dan Impor Lampu LED

Parameter	$ProdImp_{LED,i,y}$
Satuan	Unit

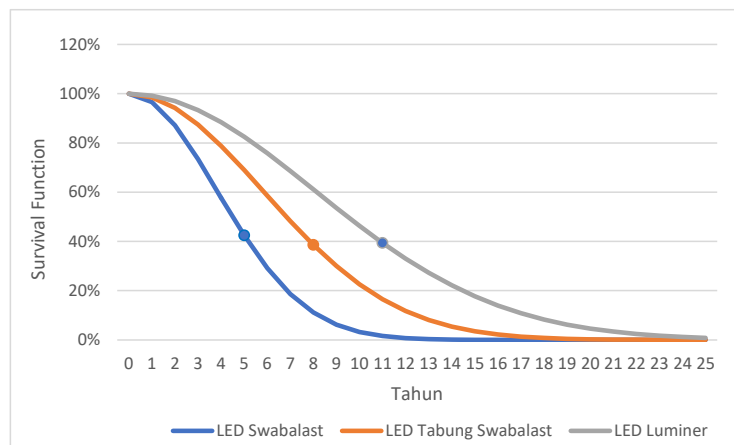
Deskripsi	Total Produksi dan Impor Lampu LED (Swabalast, Tabung Swabalast, Luminer) tipe i pada tahun y
Sumber Data	Direktorat Konservasi Energi, DJEBTKE KESDM
Metode dan Prosedur Pengukuran	Sesuai data pelaporan produsen dan importir
Frekwensi Pengukuran	Setahun sekali
QA/QC	-
Lainya	-
3. Daya Lampu LED (bulb, tube, Imnr)	
Parameter	$D_{BL,i,y}$
Satuan	Watt
Deskripsi	Daya Lampu LED (Swabalast, Tabung Swabalast, Luminer) tipe i pada tahun y
Sumber Data	Direktorat Konservasi Energi, DJEBTKE KESDM
Metode dan Prosedur Pengukuran	Sesuai data produsen dan hasil monitoring
Frekwensi Pengukuran	Setahun sekali
QA/QC	-
Lainya	-
4. Nilai Efikasi Lampu LED (bulb, tube, Imnr)	
Parameter	$NE_{LED,i,y}$
Satuan	Lumen/Watt
Deskripsi	Nilai Efikasi Lampu LED (Swabalast, Tabung Swabalast, Luminer) tipe i pada tahun y
Sumber Data	Direktorat Konservasi Energi, DJEBTKE KESDM
Metode dan Prosedur Pengukuran	Lembaga Sertifikasi Produk (LSPro)
Frekwensi Pengukuran	Setahun sekali
QA/QC	-
Lainya	-
G. Dokumen untuk validasi	
1. Faktor emisi listrik 2. Losses transmisi dan distribusi 3. Total Produksi Lampu LED (Swabalast, Tabung Swabalast, Luminer) 4. Total Impor Lampu LED (Swabalast, Tabung Swabalast, Luminer) 5. Daya rata-rata Lampu LED (Swabalast, Tabung Swabalast, Luminer) 6. Nilai Efikasi Lampu LED (Swabalast, Tabung Swabalast, Luminer)	
H. Daftar Singkatan	
GRK	Gas Rumah Kaca
LTHE	Label Tanda Hemat Energi
SKEM	Standar Kinerja Energi Minimum
LED	<i>Light Emitting Diode</i>

I. Daftar Istilah

Lampu LED Swabalast	Alat atau serangkaian bahan atau komponen yang menjadi satu kesatuan dengan kaki lampu tipe E40, E27, E26 yang dapat menghasilkan cahaya yang berasal dari <i>light emitting diode</i> (LED) yang digunakan untuk penerangan atau fungsi lainnya.
Lampu LED Tabung Swabalast	Alat atau serangkaian bahan atau komponen yang menjadi satu kesatuan dengan kaki lampu tipe <i>double capped</i> G13 yang dapat menghasilkan cahaya yang berasal dari <i>light emitting diode</i> (LED) yang digunakan untuk penerangan atau fungsi lainnya.
Lampu LED Luminer	Unit yang terdiri dari Lampu LED dan sistem elektronik pendukungnya sebagai sumber cahaya beserta armatur yang dirancang untuk mendistribusikan cahaya, melindungi lampu, dan untuk menghubungkan lampu ke catu daya.
Lampu LED _{bulb} efisien energi	Lampu LED Swabalast dengan Label Tanda Hemat Energi 1 bintang, 2 bintang, 3 bintang, 4 bintang, dan 5 bintang.
Lampu LED _{tube} efisien	Lampu LED Tabung Swabalast dengan nilai SKEM > 100 lumen/watt.
Lampu LED _{lmnr} efisien	Lampu LED Luminer dengan nilai SKEM > 120 lumen/watt.
Lampu LED _{bulb} <i>baseline</i>	Lampu LED Swabalast dengan Standar Kinerja Energi Minimum = 80 lumen/watt.
Lampu LED _{tube} <i>baseline</i>	Lampu LED tabung Swabalast dengan Standar Kinerja Energi Minimum = 100 lumen/watt
Lampu LED _{lmnr} <i>baseline</i>	Lampu LED Luminer dengan Standar Kinerja Energi Minimum = 120 lumen/watt

Tabel 1. *Survival Function* Lampu LED Swabalast, Tabung Swabalast, Luminer

Tahun ke	<i>Survival Function</i>		
	Lampu LED Swabalast	Lampu LED Tabung Swabalast	Lampu LED Luminer
0	100,00%	100,00%	100,00%
1	96,63%	98,52%	99,23%
2	87,18%	94,22%	96,97%
3	73,44%	87,47%	93,31%
4	57,77%	78,82%	88,42%
5,4	36,69%	68,95%	82,50%
6	29,10%	58,54%	75,80%
7	18,63%	48,25%	68,59%
8,2	11,14%	36,79%	61,11%
9	6,22%	29,98%	53,62%
10	3,24%	22,60%	46,33%
11,4	1,58%	16,54%	36,79%
12	0,72%	11,75%	33,02%
13	0,30%	8,10%	27,24%
14	0,12%	5,42%	22,13%
15	0,04%	3,52%	17,71%
16	0,02%	2,22%	13,95%
17	0,00%	1,36%	10,82%
18	0,00%	0,81%	8,27%
19	0,00%	0,47%	6,22%
20	0,00%	0,26%	4,61%
21	0,00%	0,14%	3,36%
22	0,00%	0,07%	2,41%
23	0,00%	0,04%	1,71%
24	0,00%	0,02%	1,19%
25	0,00%	0,01%	0,82%



Gambar 1. *Survival Function* Lampu LED