

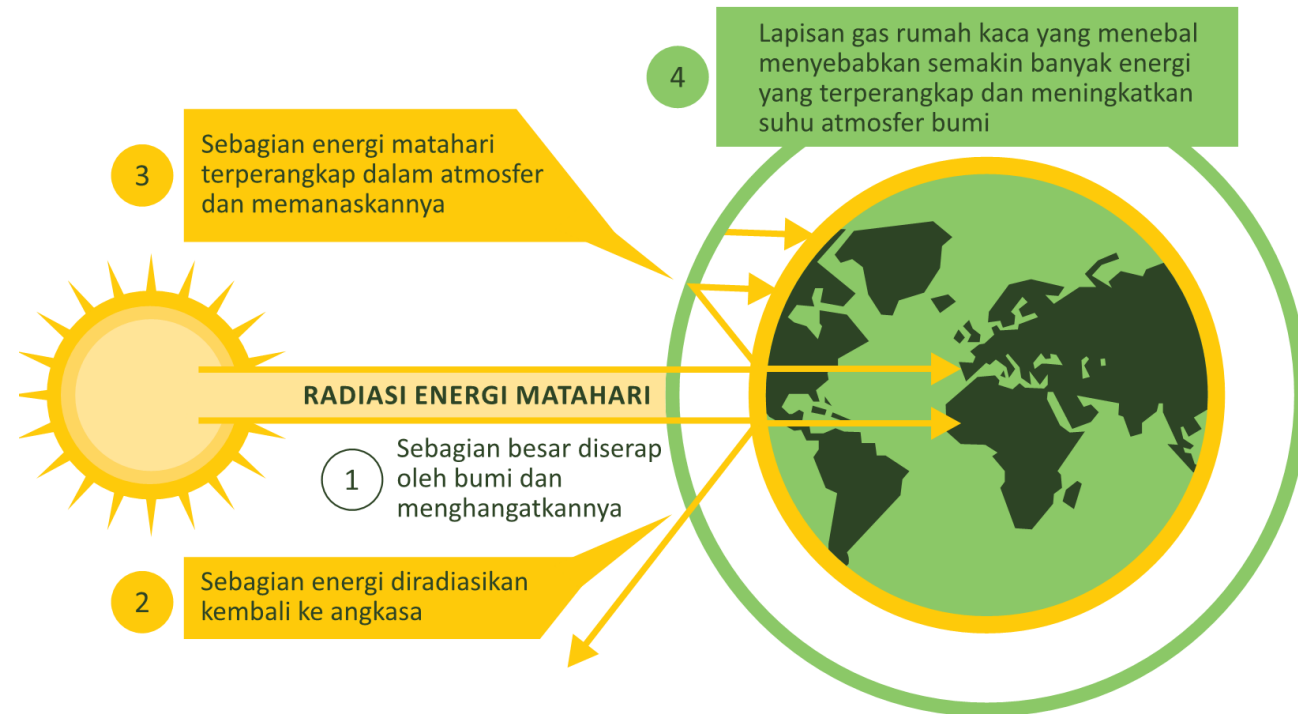
Lokakarya Pengenalan dan Perhitungan Data Emisi Polutan dan GRK serta Sumber Emisi dan Perolehan Data Industri Gula dan Minyak Goreng

Disusun Oleh: Dr. Toto Iswanto

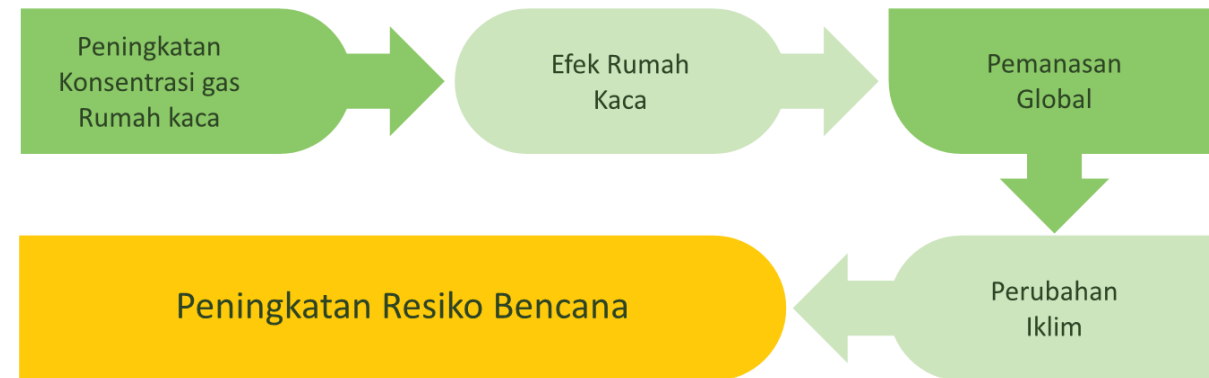
No. Hp. 081366701370

Jakarta, 10 Juli 2025





- Konsentrasi CO₂ di atmosfer >400 ppm
- Efek Gas Rumah Kaca, terperangkapnya sinar panas di dalam atmosfer bumi karena adanya GRK



Sebab-Akibat Perubahan Iklim



TUJUAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN



TARGET PELAPOR

Industri Minyak Mentah dan Minyak Goreng

Industri Gula Rafinasi

Industri Pupuk

Industri Tekstil

Industri Kimia

Industri Pup dan Kertas

Industri Baja dan Logam

Industri Keramik

Industri Semen

Industri Lainnya dan Kawasan Industri

EMISI INDUSTRI

Karbon Monoksida (CO)

Sulfur Oksida (SO_x)

Nitrogen Oksida (NO_x)

Materi Partikulat (PM)

Senyawa Organk Volatil (VOC)

Logam Berat

Logam Dioksida (CO₂)

Metana (CH₄)

Nitrous Oksida (N₂O)

Gas Fluorinasi

KATEGORI EMISI

Polutan Udara

Emisi GRK

Aspek

Polutan Udara

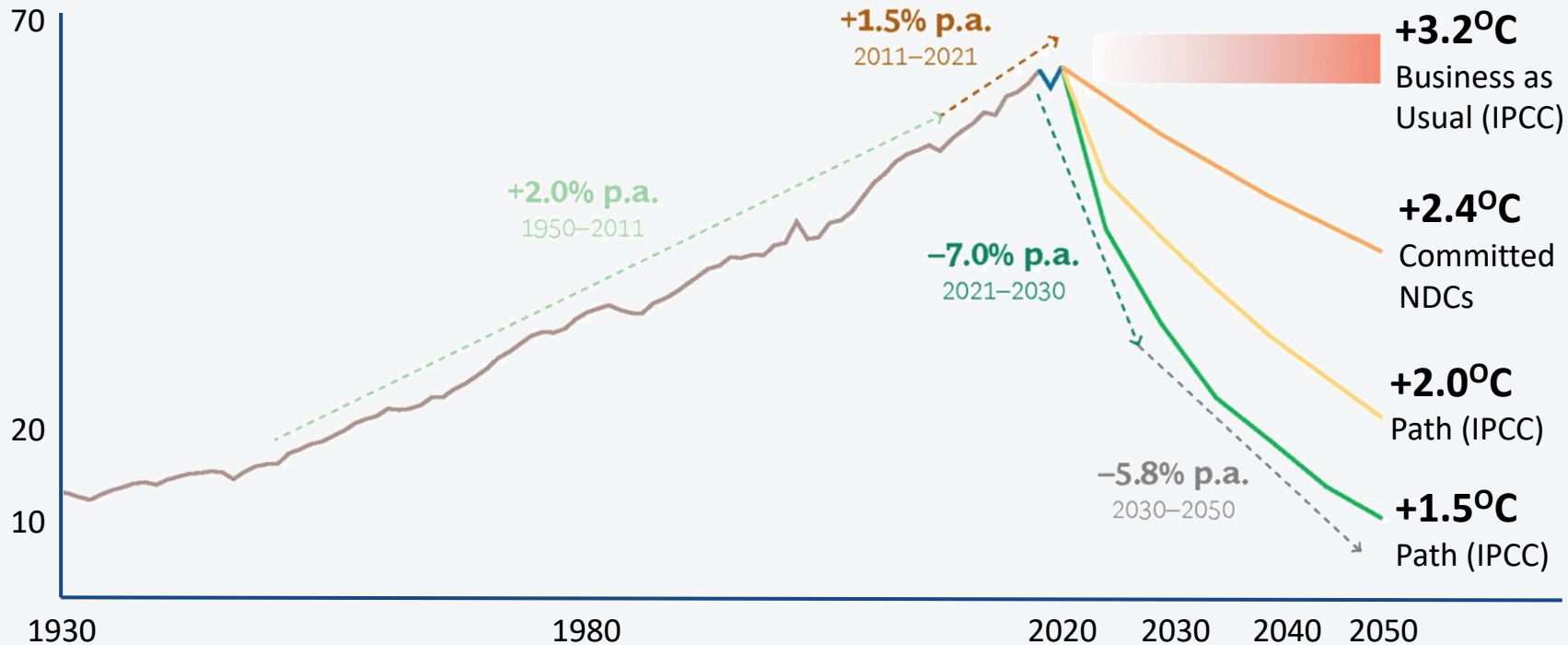
Emisi GRK

Dampak Utama

- Berdampak pada kualitas udara dan berdampak langsung dan jangka pendek pada kesehatan manusia dan lingkungan.
- Meryebabkan masalah seperti kabut asap, hujan asam, dan penyakit pernapasan.

- Mempengaruhi sistem iklim global dengan meningkatkan efek rumah kaca.
- Menyebabkan perubahan jangka panjang seperti pemanasan global dan perubahan iklim

Global net GHG emissions and pathways (Gton CO₂e per year)



Situasi:

Untuk mempertahankan peluang membatasi pemanasan global di bawah **1,5°C**, emisi global harus berkurang sekitar **7% per tahun** hingga tahun **2030**—namun saat ini emisi masih terus meningkat sebesar **1,5% per tahun**.

Dampak **global Warming** dapat dilihat dari sisi kerugian untuk **manusia, alam, dan juga ekonomi**.



Risiko terhadap **manusia**:

- Dehidrasi
- Intensitas gelombang panas berlebih



Risiko terhadap **alam**:

- Naiknya permukaan air laut
- Kekeringan
- Banjir

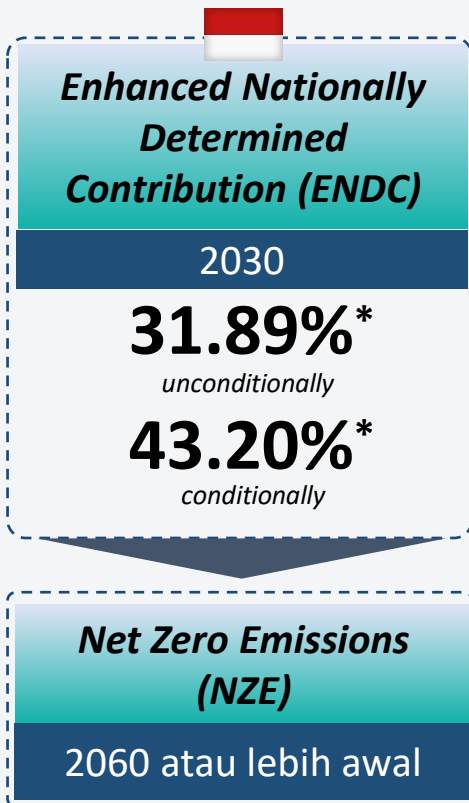


Risiko terhadap **ekonomi**:

- Pajak Karbon
- Carbon-border adjustment mechanism (CBAM)
- Supply chain terganggu

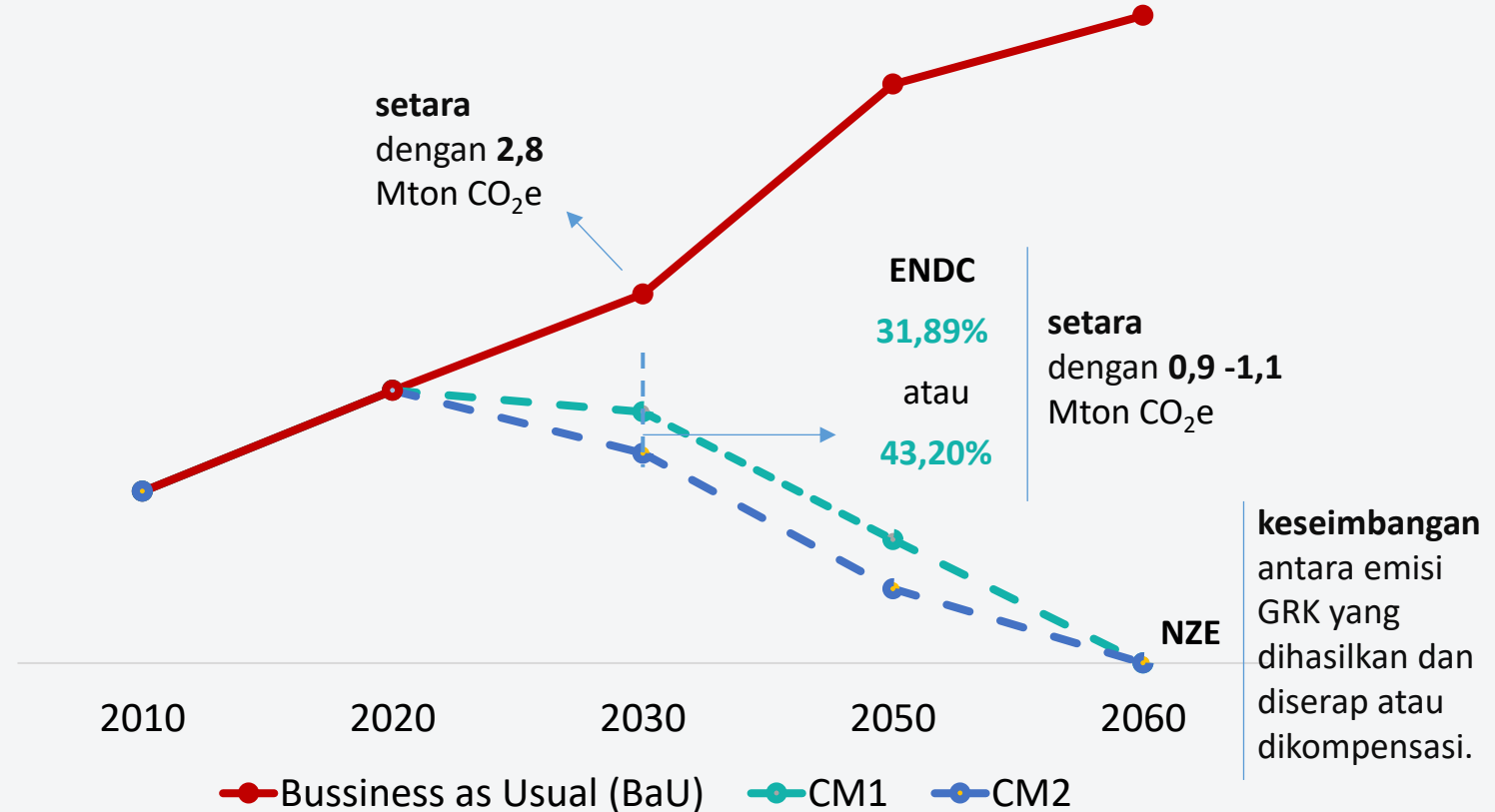
Nationally Determined Contribution (NDC)

Komitmen yang disusun oleh Negara yang meratifikasi **Paris Agreement** untuk berkontribusi pada penurunan emisi GRK.



Emisi GRK Indonesia (Mton CO₂e)

illustrative



CM 1 : Counter Measure 1 atau dengan upaya sendiri

CM 2 : Counter Meausre 2 atau dengan bantuan luar negeri

Kerangka Regulasi Nasional Pengendalian Perubahan Iklim – Nilai Ekonomi Karbon yang berlaku

Perpres 98 tahun 2021 merupakan payung hukum penyelenggaraan skema **Nilai Ekonomi Karbon (NEK)** di Indonesia, diperjelas melalui **Permen LHK 21 Tahun 2022**. Tata laksananya diatur dalam Peraturan Menteri teknis sector-sub-sector sesuai *Nationally Determined Contribution (NDC)*

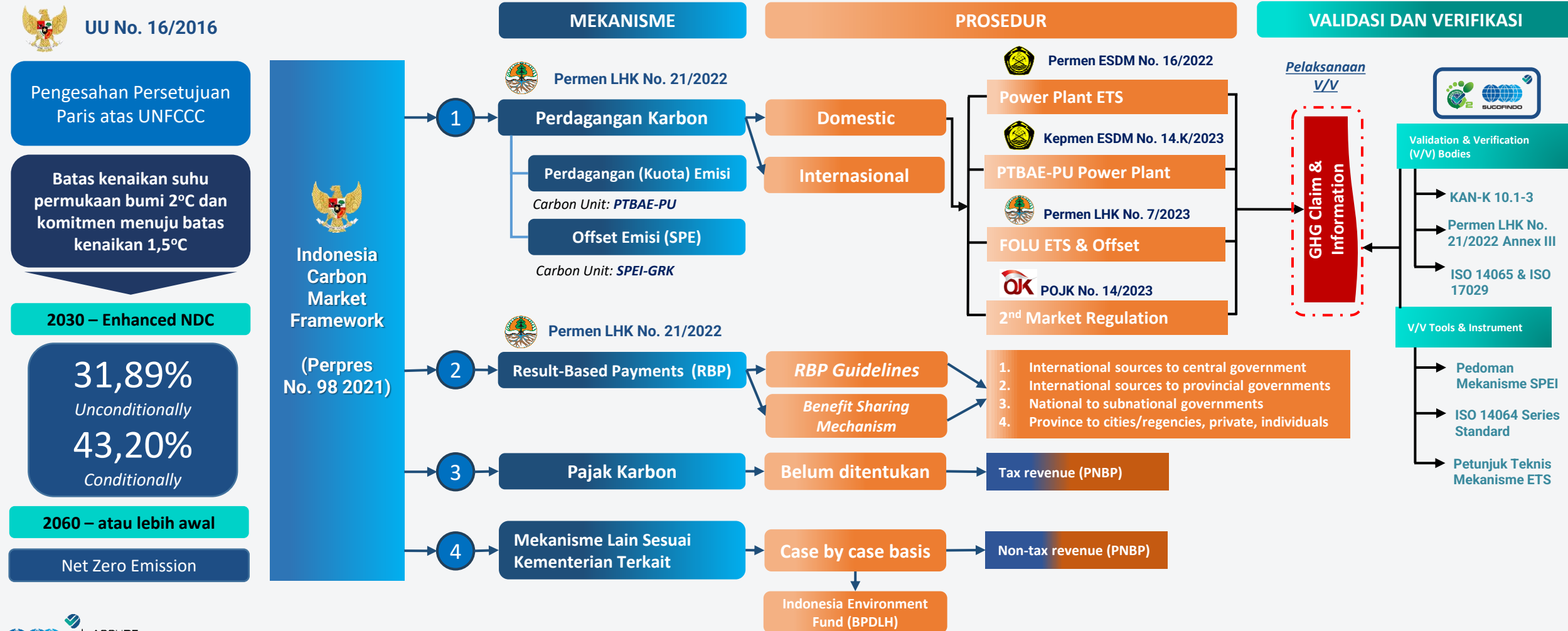


Table 1. Projected BAU and emission reduction from each sector category

Sector	GHG Emission Level 2010* (MTon CO2-eq)	GHG Emission Level 2030			GHG Emission Reduction				Annual Average Growth BAU (2010-2030)	Average Growth 2000-2012
		MTon CO ₂ -eq			MTon CO ₂ -eq		% of Total BaU			
		BaU	CM1	CM2	CM1	CM2	CM1	CM2		
1. Energy*	453.2	1,669	1,311	1,223	358	446	12.5%	15.5%	6.7%	4.50%
2. Waste	88	296	256	253	40	43.5	1.4%	1.5%	6.3%	4.00%
3. IPPU	36	69.6	63	61	7	9	0.2%	0.3%	3.4%	0.10%
4. Agriculture	110.5	119.66	110	108	10	12	0.3%	0.4%	0.4%	1.30%
5. Forestry and Other Land Uses (FOLU)**	647	714	214	-15	500	729	17.4%	25.4%	0.5%	2.70%
TOTAL	1,334	2,869	1,953	1,632	915	1,240	31.89%	43.20%	3.9%	3.20%

Notes: CM1= Counter Measure 1 (unconditional mitigation scenario)

CM2= Counter Measure 2 (conditional mitigation scenario)

*) Including fugitive.

**) Including emission from estate and timber plantations.

Sumber: <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-09/ENDC%20Indonesia.pdf>

Annex 1

Enhanced Nationally Determined Contribution (NDC)

Republic of Indonesia

MITIGATION

Assumptions used for projected BAU and emission reduction

(unconditional/CM1 and conditional/CM2 reduction)

for all sector categories (Energy, Waste, IPPU, Agriculture, and FOLU)

SECTOR: ENERGY				
No.	Mitigation Actions	2030		
		BaU	CM1	CM2
1	Renewable Energy (RE)			
	- Additional RE in Power according to RUPTL	no additional RE PP since 2010	Installed RE 20,923 MW	Similar actions with CM1 but with further enhanced/ expanded utilisation of RE
	- Solar rooftop, PV *Wilus and Hydro *Wilus, Off grid RE	no solar roof top program	Installed RE 15,483 MW	
	- Biofuel	400,000 KL FAME in B-10	18 million KL FAME in B-40	
	- Cofiring	no-cofiring program	Biomass utilisation 9 Mton	
	- Direct Utilisation of Biomass and Biogas for off-grid power generation	no-direct utilisation program	333,776 BOE	
2	Energy Efficiency			
	- Enhanced Energy Management Mandatory	Oil fuel saving in 2010 will remain constant until 2030	oil fuel saving 71 million BOE	Similar actions with CM1 but with further enhanced/ expanded mitigation in energy efficiency measures
	- Energy Efficiency Improvement of Equipment	no EE improvement program	electricity saving 15,187 GWh	
	- Electric Vehicle (EV)	no EV Program	15,197,000 units	
	- Street lighting with efficient lamp	no EE program for street lighting	energy saving 1,31 million BOE	
	- Induction Electric Stove	no induction electric stove program	18,170,000 units	
3	Low Carbon Emitting Fuels			
	- Oil Fuel Switching (from RON 88 to Higher RON)	No Oil Fuel Switching Program since 2010	4,050,000 KL	Similar actions with CM1, with further enhanced/ expanded mitigation through use of low carbon emitting fuels
	- Kerosene to LPG Conversion	Kerosene Use in 2010	8,247,000 Ton	
	- CNG for public transport	No additional CNG for public transport program since 2010	1,029 MMSCFD	
	- Gas Pipeline Network Expansion	No Additional Expansion Program Since 2010	10 million connections	
4	Clean Coal Technology and Gas Power Plant	No Additional Clean Coal Technology and Gas Power Plant Since 2010	27,487 MW	Further enhanced/ expanded clean coal and gas power plant
5	Post Mine Reclamation	No Additional Post Mine Reclamation Since 2010	81,069 Ha	Further expansion of post mine reclamation

Note: *Wilus = electricity business region

SECTOR: IPPU				
No.	Mitigation Actions	2030		
		BaU	CM1	CM2
1	Cement Industry			
	Increase blended cement by increasing the portion of alternative material for reducing clinker to cement ratio ¹	81% clinker to cement ratio	GHG emission reduction target is 2.75 Mton CO ₂ 70% clinker to cement ratio	GHG emission reduction target is 3.25 Mton CO ₂ 65% clinker to cement ratio
2	Ammonia Plant			
	Projects for ammonia plant revitalisation to reduce natural gas consumption intensity	no renewal or plant improvement (specific natural gas consumption 45 GJ/ton NH ₃)	GHG emission reduction target is 3.95 Mton CO ₂ Construction of 3 new plants ² to replace old plants (specific natural gas consumption decreases from 45 to 40 GJ/ton NH ₃ in 2030)	GHG emissions reduction target is 4.65 Mton CO ₂ Further plant improvement, with specific natural gas consumption 35 GJ/ton NH ₃ in 2030
	Revamping of ammonia plants (increase plant efficiency & reduce IPPU emissions)	no revamping	Revamping of several ammonia plants	Additional plants for revamping
	CO ₂ utilisation	no CO ₂ emissions utilisation	CO ₂ utilisation as feedstock for Na ₂ CO ₃ production	Further enhancement in the CO ₂ utilisation
3	Aluminum Industry			
	CWPB (center work pre-bake cell tech.)	no CO ₂ emissions utilisation	Maintain improved plants operation (automation of feeding system / hardware improvement from CWPB to bar-brake tech). GHG emissions reduction target is 0.1 Mton CO ₂ .eq	-
4	Nitric acids industry			
	no mitigation for N ₂ O and continue using existing technology used since 2010 (with EF 10-19 Kg N ₂ O per ton HNO ₃)	no mitigation for N ₂ O and continue using existing technology used since 2010 (with EF 10-19 Kg N ₂ O per ton HNO ₃)	Technology improvement (with EF 8 - 9 Kg N ₂ O/ton HNO ₃) and installation non-selective catalyst reduction (NSCR) for N ₂ O destruction (EF 2.5 Kg N ₂ O/ton HNO ₃). GHG emissions reduction target is 0.1 Mton CO ₂ .eq	Additional Installation of catalyst for N ₂ O destruction. GHG emissions reduction target is 0.2 Mton CO ₂ .eq
5	Iron and Steel Industry			
	no mitigation	no mitigation	Improvement of smelter processes and scrap utilisation. Both will result in low GHG emissions intensity. The GHG emissions reduction target is 0.6 Mton CO ₂ .eq	Further mitigation activities in process improvement of smelter and scrap utilisation. Both will result in further GHG emissions reduction. The GHG emissions reduction target is 0.9 Mton CO ₂ .eq
Total IPPU Emissions Reduction, Mton CO₂			7 Mton CO ₂ .eq	9 Mton CO ₂ .eq

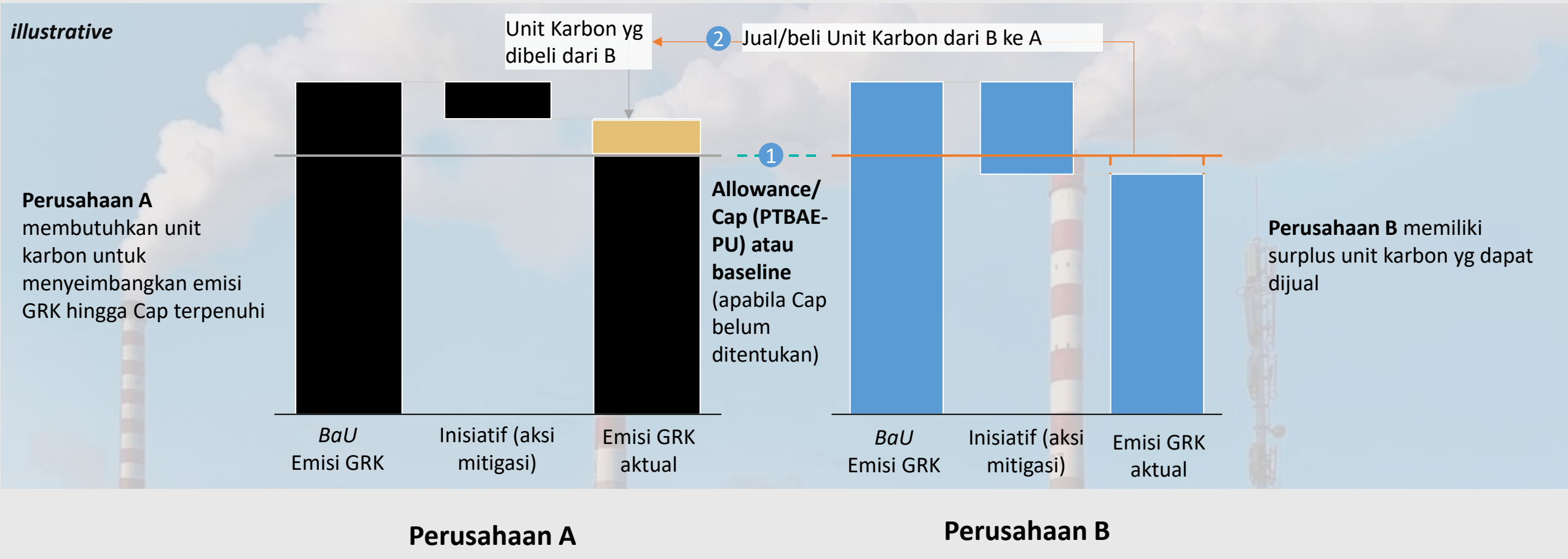
Notes :

1. Green Industry Standard for Cement Industry require industry to reach clinker to cement ratio of 65%

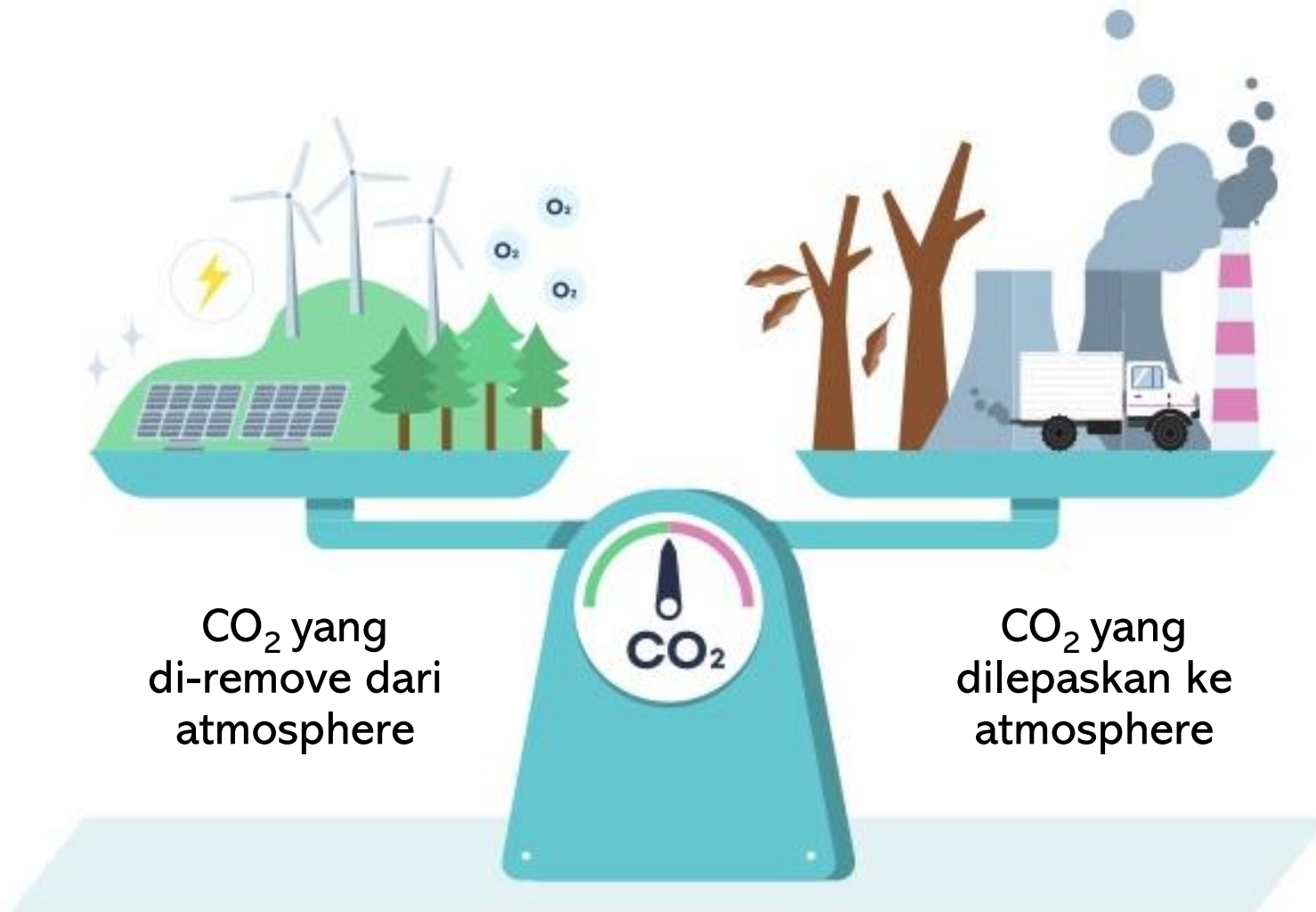
2. The replacement of three old plants with the new ones had been carried out from 2015 to 2020. It should be noted that current world BPT (best practice technology) has natural gas consumption rate of 32 GJ/ton NH₃ while the European best available technology (BAT) has 31.8 GJ/ton NH₃, the world BAT has 28 GJ/ton NH₃ (IEA, 2015). Some of ammonia plants in Indonesia have 33-35 GJ/ton NH₃.

3. Computerisation process for automatic feeding system to reduce PFC and CO₂ emissions losses through system software and hardware improvements and incorporating new algorithms in the control system that can reduce AE frequency, duration, and over voltage.

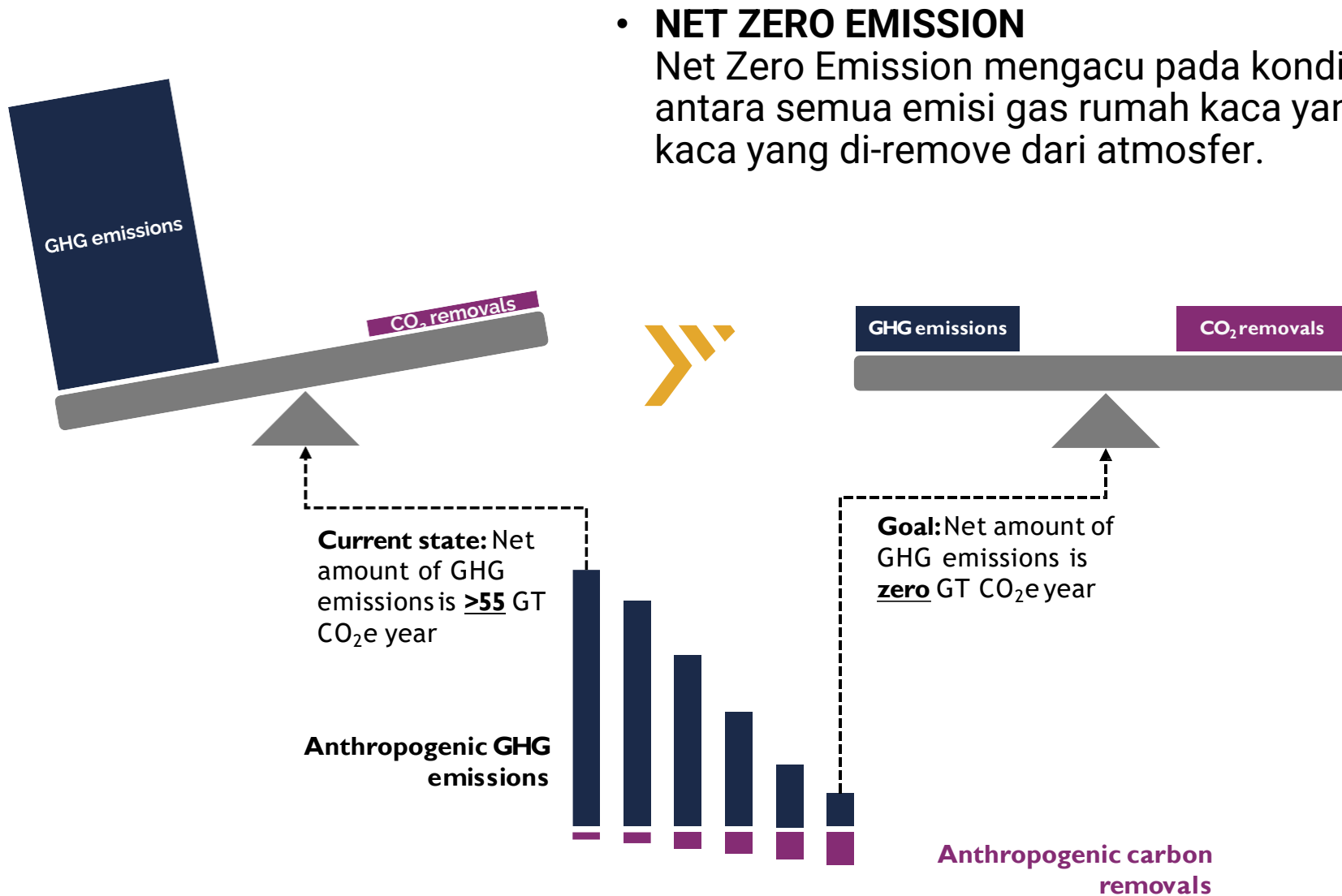
Contoh:



Carbon Neutral



- **CARBON NEUTRALITY**
Kondisi setimbang antara jumlah CO₂ yang dilepaskan ke atmosphere dan yang diremove dari atmosphere.
- **ZERO CARBON**
Tidak ada emisi karbon yang dihasilkan.
- **CARBON NEGATIVE**
Mengurangi jejak karbon sampai ke kondisi dibawah Carbon Neutral, sehingga ada efek positif dari hilangnya CO₂ dari atmosfer daripada efek penambahan CO₂.



- **GAS RUMAH KACA**
Tujuh Gas Rumah Kaca terdaftar pada Protokol Kyoto:

 1. CO₂
 2. CH₄
 3. N₂O
 4. Hydrofluorocarbon (HFCs)
 5. Perfluorocarbon (PFCs)
 6. Sulphur Hexafluoride (SF₆)
 7. Nitrogen trifluoride (NF₃)

Industrial designation or common name	Chemical formula
Carbon dioxide	CO ₂
Methane	CH ₄
Nitrous oxide	N ₂ O

Perfluorinated compounds	
Sulfur hexafluoride	SF ₆
Nitrogen trifluoride	NF ₃
PFC-14	CF ₄
PFC-116	C ₂ F ₆
PFC-218	C ₃ F ₈
PFC-318	c-C ₄ F ₈
PFC-31-10	C ₄ F ₁₀
PFC-41-12	C ₅ F ₁₂
PFC-51-14	C ₆ F ₁₄
PCF-91-18	C ₁₀ F ₁₈
Trifluoromethyl sulfur pentafluoride	SF ₅ CF ₃
Perfluorocyclopropane	c-C ₃ F ₆

Hydrofluorocarbons (HFCs)	
HFC-23	CHF ₃
HFC-32	CH ₂ F ₂
HFC-41	CH ₃ F ₂
HFC-125	CHF ₂ CF ₃
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂
HFC-143a	CH ₃ CF ₃
HFC-152	CH ₂ FCH ₂ F
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂
HFC-161	CH ₃ CH ₂ F
HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃
HFC-236cb	CH ₂ FCF ₂ CF ₃
HFC-236ea	CHF ₂ CHFCF ₃
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃
HFC-245ca	CH ₂ FCF ₂ CHF ₂
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃
HFC-365mfc	CH ₃ CF ₂ CH ₂ CF ₃
HFC-43-10mee	CF ₃ CHFCHFCF ₂ CF ₃

Perfluoropolyethers	
PFPME	CF ₃ OCF(CF ₃)CF ₂ OCF ₂ OCF ₃

Fluorinated ethers	
HFE-125	CHF ₂ OCF ₃
HFE-134	CHF ₂ OCHF ₂
HFE-143a	CH ₃ OCF ₃
HCFE-235da2	CHF ₂ OCHClCF ₃
HFE-245cb2	CH ₃ OCF ₂ CF ₃
HFE-245fa2	CHF ₂ OCH ₂ CF ₃
HFE-347mcc3	CH ₃ OCF ₂ CF ₂ CF ₃
HFE-347pcf2	CHF ₂ CF ₂ OCH ₂ CF ₃
HFE-356pcc3	CH ₃ OCF ₂ CF ₂ CHF ₂
HFE-449sl (HFE-7100)	C ₄ F ₉ OCH ₃
HFE-569sf2 (HFE-7200)	C ₄ F ₉ OC ₂ H ₅
HFE-43-10pccc124 (H-Galden 1040x)	CHF ₂ OCF ₂ OC ₂ F ₄ OCHF ₂
HFE-236ca12 (HG-10)	CHF ₂ OCF ₂ OCH ₂ F
HFE-338pcc13 (HG-01)	CHF ₂ OCF ₂ CF ₂ OCH ₂ F
HFE-227ea	CF ₃ CHFOCF ₃
HFE-236ea2	CHF ₂ OCHFCF ₃
HFE-236fa	CF ₃ CH ₂ OCF ₃
HFE-245fa1	CHF ₂ CH ₂ OCF ₃
HFE 263fb2	CF ₃ CH ₂ OCH ₃
HFE-329mcc2	CHF ₂ CF ₂ OCF ₂ CF ₃
HFE-338mcf2	CF ₃ CH ₂ OCF ₂ CF ₃
HFE-347mcf2	CHF ₂ CH ₂ OCF ₂ CF ₃
HFE-356mec3	CH ₃ OCF ₂ CHFCF ₃
HFE-356pcf2	CHF ₂ CH ₂ OCF ₂ CHF ₂
HFE-356pcf3	CHF ₂ OCH ₂ CF ₂ CHF ₂
HFE 365mcf3	CF ₃ CF ₂ CH ₂ OCH ₃
HFE-374pc2	CHF ₂ CF ₂ OCH ₂ CH ₃

Hydrocarbons and other compounds	
Chloroform	CHCl ₃
Methylene chloride	CH ₂ Cl ₂
Methyl chloride	CH ₃ Cl
Halon-1201	CHBrF ₂

Global warming potential (GWP) values relative to CO₂

Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP values for 100-year time horizon		
		Second Assessment Report (SAR)	Fourth Assessment Report (AR4)	Fifth Assessment Report (AR5)
Carbon dioxide	CO ₂	1	1	1
Methane	CH ₄	21	25	28
Nitrous oxide	N ₂ O	310	298	265

Substances controlled by the Montreal Protocol

CFC-11	CCl ₃ F	3,800	4,750	4,660
CFC-12	CCl ₂ F ₂	8,100	10,900	10,200
CFC-13	CClF ₃		14,400	13,900
CFC-113	CCl ₂ FCClF ₂	4,800	6,130	5,820
CFC-114	CClF ₂ CClF ₂		10,000	8,590
CFC-115	CClF ₂ CF ₃		7,370	7,670
Halon-1301	CBrF ₃	5,400	7,140	6,290
Halon-1211	CBrClF ₂		1,890	1,750
Halon-2402	CBrF ₂ CBrF ₂		1,640	1,470
Carbon tetrachloride	CCl ₄	1,400	1,400	1,730
Methyl bromide	CH ₃ Br		5	2
Methyl chloroform	CH ₃ CCl ₃	100	146	160

Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP values for 100-year time horizon		
		Second assessment report (SAR)	Fourth Assessment Report (AR4)	Fifth Assessment Report (AR5)
HCFC-21	CHCl ₂ F			148
HCFC-22	CHClF ₂	1,500	1,810	1,760
HCFC-123	CHCl ₂ CF ₃	90	77	79
HCFC-124	CHClF ₂ CF ₃	470	609	527
HCFC-141b	CH ₃ CCl ₂ F	600	725	782
HCFC-142b	CH ₃ CClF ₂	1,800	2,310	1,980
HCFC-225ca	CHCl ₂ CF ₂ CF ₃		122	127
HCFC-225cb	CHClF ₂ CF ₂ CF ₃		595	525

Hydrofluorocarbons (HFCs)

HFC-23	CHF ₃	11,700	14,800	12,400
HFC-32	CH ₂ F ₂	650	675	677
HFC-41	CH ₃ F	150		116
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	2,800	3,500	3,170
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1000		1,120
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1,300	1,430	1,300
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	300		328
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	3,800	4,470	4,800
HFC-152	CH ₂ FCH ₂ F			16
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	140	124	138
HFC-161	CH ₃ CH ₂ F			4
HFC-227ea	CF ₃ CH ₂ CF ₃	2,900	3,220	3,350
HFC-236cb	CH ₂ FCF ₂ CF ₃			1,210
HFC-236ea	CHF ₂ CH ₂ CF ₃			1,330
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	6,300	9,810	8,060
HFC-245ca	CH ₂ FCF ₂ CH ₂ F	560		716
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃		1,030	858
HFC-365mfc	CH ₃ CF ₂ CH ₂ CF ₃		794	804
HFC-43-10mee	CF ₃ CH ₂ CH ₂ CF ₂ CF ₃	1,300	1,640	1,650



Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP values for 100-year time horizon		
		Second assessment report (SAR)	Fourth Assessment Report (AR4)	Fifth Assessment Report (AR5)

Perfluorinated compounds

Sulfur hexafluoride	SF ₆	23,900	22,800	23,500
Nitrogen trifluoride	NF ₃		17,200	16,100
PFC-14	CF ₄	6,500	7,390	6,630
PFC-116	C ₂ F ₆	9,200	12,200	11,100
PFC-218	C ₃ F ₈	7,000	8,830	8,900
PFC-318	c-C ₄ F ₈	8,700	10,300	9,540
PFC-31-10	C ₄ F ₁₀	7,000	8,860	9,200
PFC-41-12	C ₅ F ₁₂	7,500	9,160	8,550
PFC-51-14	C ₆ F ₁₄	7,400	9,300	7,910
PCF-91-18	C ₁₀ F ₁₈		>7,500	7,190
Trifluoromethyl sulfur pentafluoride	SF ₅ CF ₃		17,700	17,400
Perfluorocyclopropane	c-C ₃ F ₆			9,200

Fluorinated ethers

HFE-125	CHF ₂ OCF ₃		14,900	12,400
HFE-134	CHF ₂ OCHF ₂		6,320	5,560
HFE-143a	CH ₃ OCF ₃		756	523
HCFE-235da2	CHF ₂ OCHClCF ₃		350	491
HFE-245cb2	CH ₃ OCF ₂ CF ₃		708	654
HFE-245fa2	CHF ₂ OCH ₂ CF ₃		659	812
HFE-347mcc3	CH ₃ OCF ₂ CF ₂ CF ₃		575	530
HFE-347pcf2	CHF ₂ CF ₂ OCH ₂ CF ₃		580	889
HFE-356pcc3	CH ₃ OCF ₂ CF ₂ CHF ₂		110	413
HFE-449sl (HFE-7100)	C ₄ F ₉ OCH ₃		297	421
HFE-569sf2 (HFE-7200)	C ₄ F ₉ OCH ₂ H ₅		59	57
HFE-43-10pccc124 (H-Galden 1040x)	CHF ₂ OCF ₂ OC ₂ F ₄ OCHF ₂		1,870	2,820
HFE-236ca12 (HG-10)	CHF ₂ OCF ₂ OCHF ₂		2,800	5,350

Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP values for 100-year time horizon		
		Second assessment report (SAR)	Fourth Assessment Report (AR4)	Fifth Assessment Report (AR5)

HFE-338pcc13 (HG-01)	CHF ₂ OCF ₂ CF ₂ OCHF ₂		1,500	2,910
HFE-227ea	CF ₃ CHFOCF ₃			6,450
HFE-236ea2	CHF ₂ OCHFCF ₃			1,790
HFE-236fa	CF ₃ CH ₂ OCF ₃			979
HFE-245fa1	CHF ₂ CH ₂ OCF ₃			828
HFE 263fb2	CF ₃ CH ₂ OCH ₃			1
HFE-329mcc2	CHF ₂ CF ₂ OCF ₂ CF ₃			3,070
HFE-338mcf2	CF ₃ CH ₂ OCF ₂ CF ₃			929
HFE-347mcf2	CHF ₂ CH ₂ OCF ₂ CF ₃			854
HFE-356mec3	CH ₃ OCF ₂ CHFCF ₃			387
HFE-356pcf2	CHF ₂ CH ₂ OCF ₂ CHF ₂			719
HFE-356pcf3	CHF ₂ OCH ₂ CF ₂ CHF ₂			446
HFE 365mcf3	CF ₃ CF ₂ CH ₂ OCH ₃			<1
HFE-374pc2	CHF ₂ CF ₂ OCH ₂ CH ₃			627

Perfluoropolyethers

PFPME	CF ₃ OCF(CF ₃)CF ₂ OCF ₂ OCF ₃		10,300	9,710
-------	--	--	--------	-------

Hydrocarbons and other compounds - direct effects

Chloroform	CHCl ₃	4		16
Methylene chloride	CH ₂ Cl ₂	9	8.7	9
Methyl chloride	CH ₃ Cl		13	12
Halon-1201	CHBrF ₂			376

IPCC data sources for more information:

- AR4 values: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html
- AR5 values: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf (p. 73-79)

ⁱ Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestedt, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura and H. Zhang, 2013: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Sumber Emisi

Pembakaran bahan bakar	CO ₂
Proses biologis & pupuk	CH ₄ , N ₂ O
Limbah organik & air limbah	CH ₄
Proses kimia (kapur)	CO ₂

Jenis Gas Rumah Kaca

1

Emisi dari Kegiatan Pertanian Tebu (Lahan & Bahan Baku)

1. Pembakaran lahan tebu: emisi CO₂, CH₄, dan N₂O dari pembakaran biomassa.
2. Pemupukan (Nitrogen): menghasilkan emisi N₂O dari pemupukan tanah.
3. Penggunaan traktor dan alat berat: emisi CO₂ dari pembakaran BBM (solar).

2

Emisi dari Proses Industri

1. Proses ekstraksi dan pengolahan tebu menjadi gula:
 - Konsumsi energi untuk penggilingan, pemurnian, evaporasi, dan kristalisasi.
 - Emisi CO₂ dari pembakaran bagasse (ampas tebu) sebagai bahan bakar boiler.
2. Penggunaan bahan kimia: seperti kapur (CaO) untuk pemurnian, yang bisa menghasilkan CO₂ saat bereaksi

3

Emisi dari Konsumsi Energi (Scope 1 & 2)

1. Scope 1: Emisi langsung dari pembakaran bahan bakar fosil (misalnya solar, batu bara) di boiler, genset, atau kendaraan operasional.
2. Scope 2: Emisi tidak langsung dari penggunaan listrik dari jaringan (jika menggunakan listrik PLN).

4

Emisi dari Limbah dan Air Limbah

1. Emisi CH₄ dari limbah cair (vinasse, dregs, dll.) jika tidak dikelola dengan baik (misalnya dari kolam anaerobik).
2. Emisi CO₂ dan CH₄ dari limbah padat seperti blotong (filter cake), terutama bila mengalami dekomposisi anaerobik.

5

Emisi dari Transportasi

1. Transportasi tebu dari kebun ke pabrik dan gula ke konsumen atau gudang.
2. Emisi berasal dari kendaraan berbahan bakar fosil (solar atau bensin).

6

Emisi Tidak Langsung Lainnya (Scope 3)

1. Pengadaan bahan baku (termasuk pupuk, pestisida, alat berat).
2. Distribusi dan logistik produk akhir.
3. Dll.

Sumber Emisi	Jenis GRK	Keterangan
Pembakaran BBM	CO ₂	Boiler, kendaraan, genset
Penggunaan pupuk	N ₂ O	Emisi dari tanah
Limbah cair & padat	CH ₄	Proses dekomposisi
Deforestasi	CO ₂	Perubahan lahan
Produksi listrik (jika PLN)	CO ₂	Emisi tidak langsung (Scope 2)

1

Emisi dari Kegiatan Pertanian / Perkebunan

- Pembukaan dan pengelolaan lahan:
 - Emisi CO₂ dari deforestasi dan perubahan tutupan lahan.
 - Emisi N₂O dari penggunaan pupuk nitrogen.
- Pembakaran lahan (jika terjadi): menghasilkan CO₂, CH₄, dan N₂O.
- Penggunaan alat berat dan truk di perkebunan: emisi CO₂ dari pembakaran BBM (solar).

2

Emisi dari Proses Industri Minyak Goreng

- Proses ekstraksi minyak (diolah dari CPO/kelapa menjadi minyak goreng):
 - Pemanasan dan pemurnian minyak (refining, bleaching, deodorizing) menggunakan boiler ⇒ emisi CO₂ dari pembakaran bahan bakar (solar, batu bara, gas, dll).
- Penggunaan bahan kimia untuk pemurnian atau pengolahan: bisa menyebabkan emisi tidak langsung.
- Emisi dari pembakaran cangkang atau serat sawit (jika digunakan sebagai bahan bakar padat di boiler)

3

Emisi dari Konsumsi Energi (Scope 1 & 2)

- Scope 1 (langsung): Emisi CO₂ dari pembakaran BBM di mesin, kendaraan, dan boiler.
- Scope 2 (tidak langsung): Emisi dari konsumsi listrik PLN (terutama jika berasal dari batu bara).

4

Emisi dari Limbah dan Air Limbah

- Limbah cair (seperti dari proses pemurnian atau pencucian) → emisi CH₄ jika dikelola secara anaerob.
- Limbah padat (ampas, sludge, dll) → dekomposisi bisa menghasilkan CH₄ dan CO₂.

5

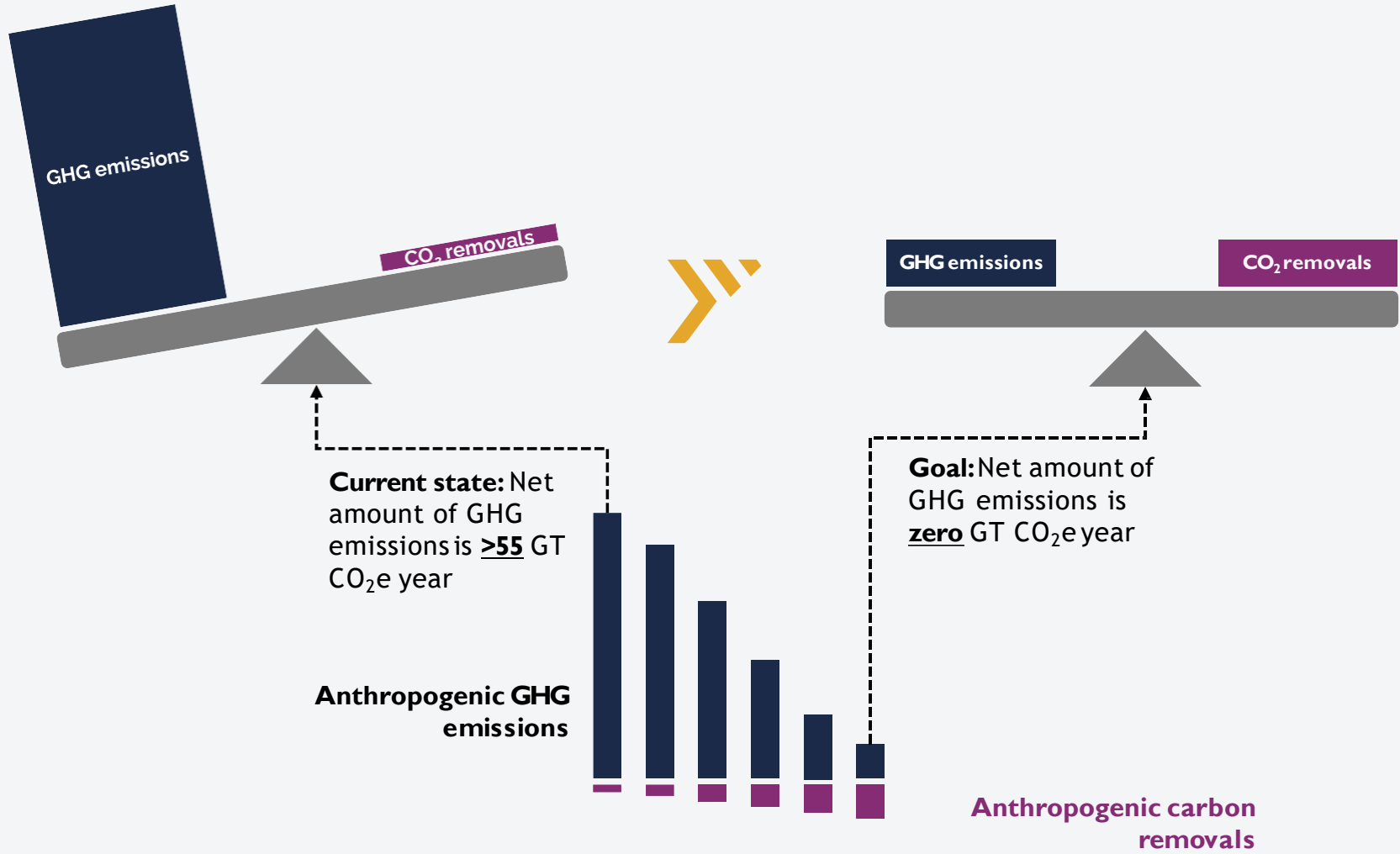
Emisi dari Transportasi dan Logistik

- Distribusi CPO ke pabrik minyak goreng, dan minyak goreng ke konsumen.
- Emisi CO₂ dari kendaraan pengangkut yang menggunakan bahan bakar fosil.

6

Emisi Tidak Langsung Lainnya (Scope 3)

- Pengadaan bahan baku (CPO) – jika dipasok dari pihak ketiga.
- Kemasan plastik atau botol – proses produksinya menghasilkan emisi CO₂.
- Emisi dari penggunaan dan akhir daur hidup produk (jika dianalisis dalam konteks LCA - Life Cycle Assessment).



To limit global warming to 1.5°C, we must reach net-zero carbon emissions **no later than 2050.**

ISO 14064-1

Merinci prinsip dan persyaratan untuk menetapkan, mengembangkan, mengelola, dan melaporkan inventarisasi GRK **tingkat organisasi**.

Mencakup persyaratan untuk menentukan batas emisi dan serapan GRK, mengkuantifikasi emisi dan serapan GRK organisasi, dan mengidentifikasi tindakan spesifik atau kegiatan perusahaan yang bertujuan untuk meningkatkan pengelolaan GRK.

Juga mencakup persyaratan dan panduan manajemen kualitas inventaris, pelaporan, audit internal, dan tanggung jawab organisasi dalam kegiatan verifikasi.

ISO 14064-2

Merinci prinsip dan persyaratan untuk menentukan garis dasar, dan memantau, mengkuantifikasi dan melaporkan **emisi proyek**.

Berfokus pada proyek GRK atau kegiatan berbasis proyek yang dirancang khusus untuk mengurangi emisi GRK dan / atau meningkatkan serapan GRK.

Memberikan dasar untuk proyek GRK untuk diverifikasi dan divalidasi.

ISO 14064-3

Merinci persyaratan untuk **memverifikasi pernyataan GRK terkait dengan inventarisasi GRK**, proyek GRK, dan jejak kaki karbon dari produk.

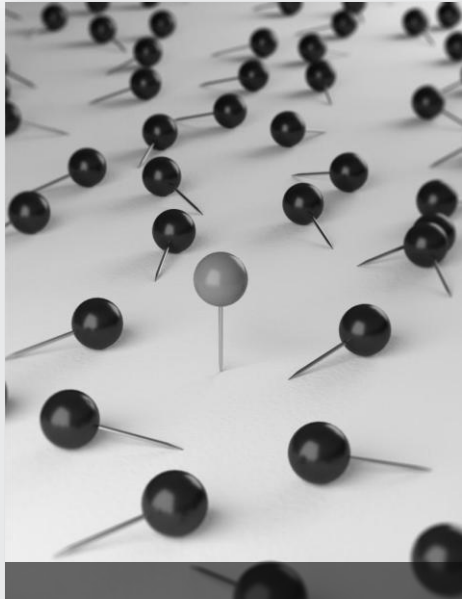
Menjelaskan proses untuk verifikasi atau validasi, termasuk perencanaan verifikasi atau validasi, prosedur penilaian, dan evaluasi pernyataan GHG organisasi, proyek dan produk.

01

Prinsip Penggunaan dan Pengembangan

- Terdapat 5 prinsip dasar pelaporan dan kuantifikasi berdasarkan ISO 14064-1
- Membantu memandu penghitungan dan pelaporan GRK untuk memastikan bahwa inventarisasi mewakili perhitungan emisi perusahaan yang jujur, benar, dan adil
- Berasal dari prinsip akuntansi dan pelaporan keuangan





RELEVAN

- Berisi informasi untuk pengambilan keputusan
- GWP dan EF yg sesuai
- Sumber, penyerap, penampung, data dan metodologi sesuai dengan kebutuhan pengguna
- Batas inventaris harus *mempertimbangkan*:
 - ✓ Karakteristik perusahaan
 - ✓ Kebutuhan pemangku kepentingan
 - ✓ Struktur organisasi
 - ✓ Konteks dan hubungan bisnis

- Penghitungan emisi lengkap, akurat, dan konsisten
- Mencakup seluruh emisi & serapan GRK yg relevan
- Pertimbangkan seluruh emisi & serapan dari seluruh proses dan kegiatan
- Perhitungkan semua emisi dalam batas inventaris
- Jika beberapa emisi diperkirakan tidak mencukupi, dokumentasikan dan berikan alasan
- Jangan mengecualikan emisi dari sumber kecil (de minimis)



KELENGKAPAN



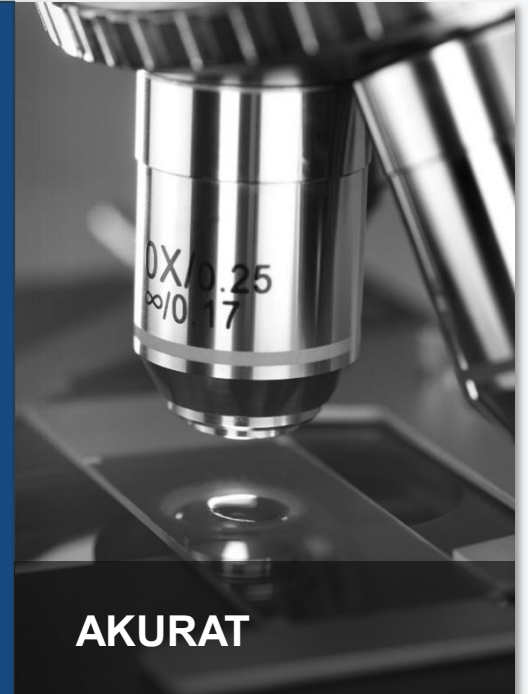
KONSISTENSI

- Data yang sebanding (comparable) diperlukan untuk melacak emisi tiap waktu
- Terapkan secara konsisten Langkah berikut:
 - ✓ pendekatan akuntansi
 - ✓ batas inventaris
 - ✓ metodologi perhitungan
- Dokumentasikan dan jelaskan setiap perubahan di atas



- Mengungkapkan info emisi secara jelas, faktual, dan netral
- Menjaga dokumentasi dan arsip yang jelas (jejak audit)
- Mengungkapkan dan membenarkan pengecualian
- Menyediakan referensi untuk metodologi dan sumber data
- Verifikasi eksternal independen dapat membantu memastikan transparansi

- Data harus cukup kredibel untuk digunakan dalam pengambilan keputusan
- Perhitungan harus secara sistematis tidak melebihi atau di bawah nilai actual
- Ketidakpastian harus dikurangi sedapat mungkin
- Lakukan pemeliharaan, pantau kalibrasi, tidak ada kesalahan dalam perhitungan



01

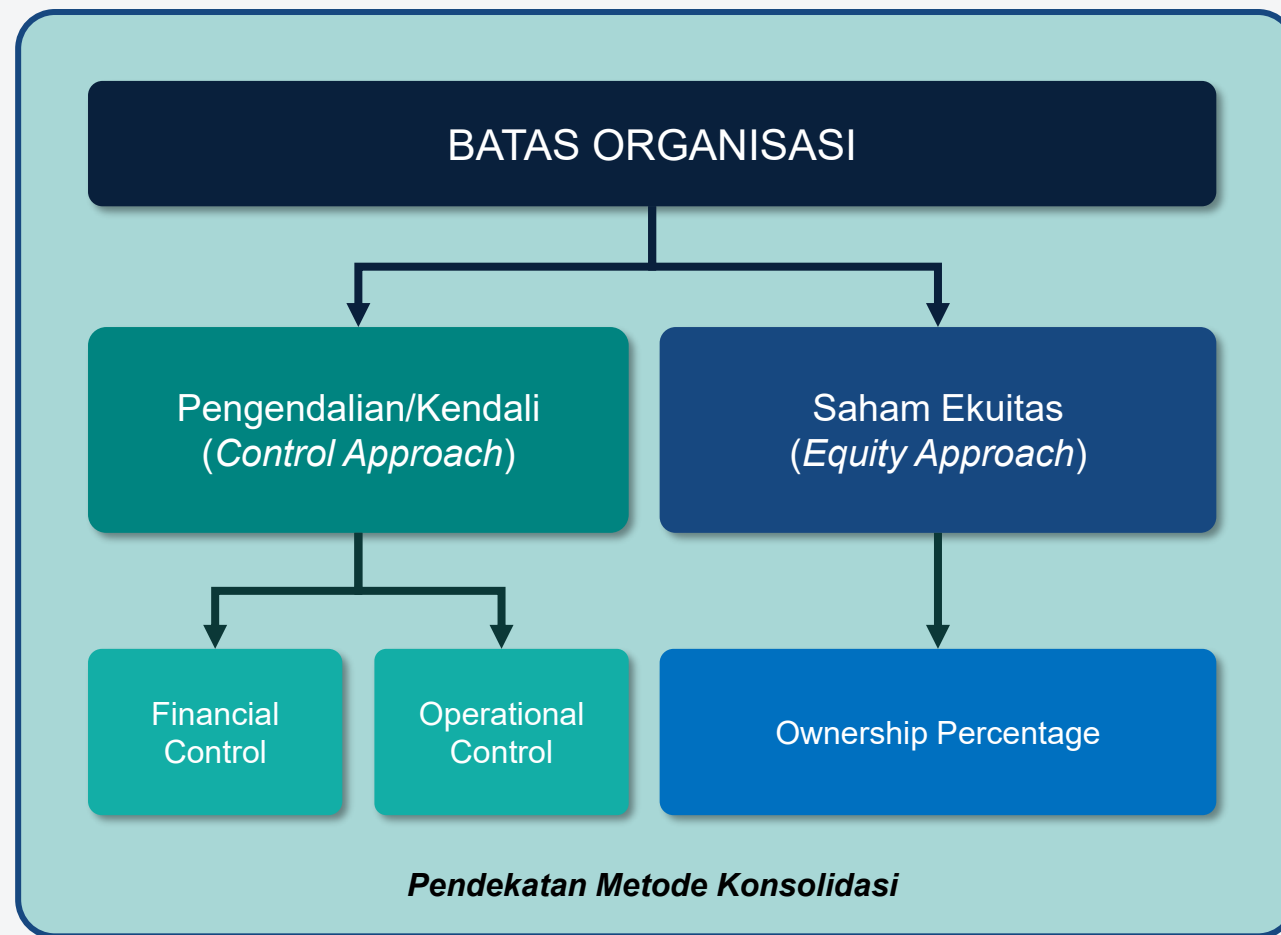
Organisasi harus menetapkan batas organisasi.

Organisasi harus mengkonsolidasikan tingkat emisi dan serapan GRK fasilitasnya dengan menggunakan salah satu dari pendekatan berikut:

- Pengendalian/Kendali
- Ekuitas saham

Pendekatan konsolidasi harus konsisten dengan inventori GRK yang diharapkan oleh pengguna.

Organisasi harus mendokumentasikan dan melaporkan pendekatan konsolidasi yang diterapkan

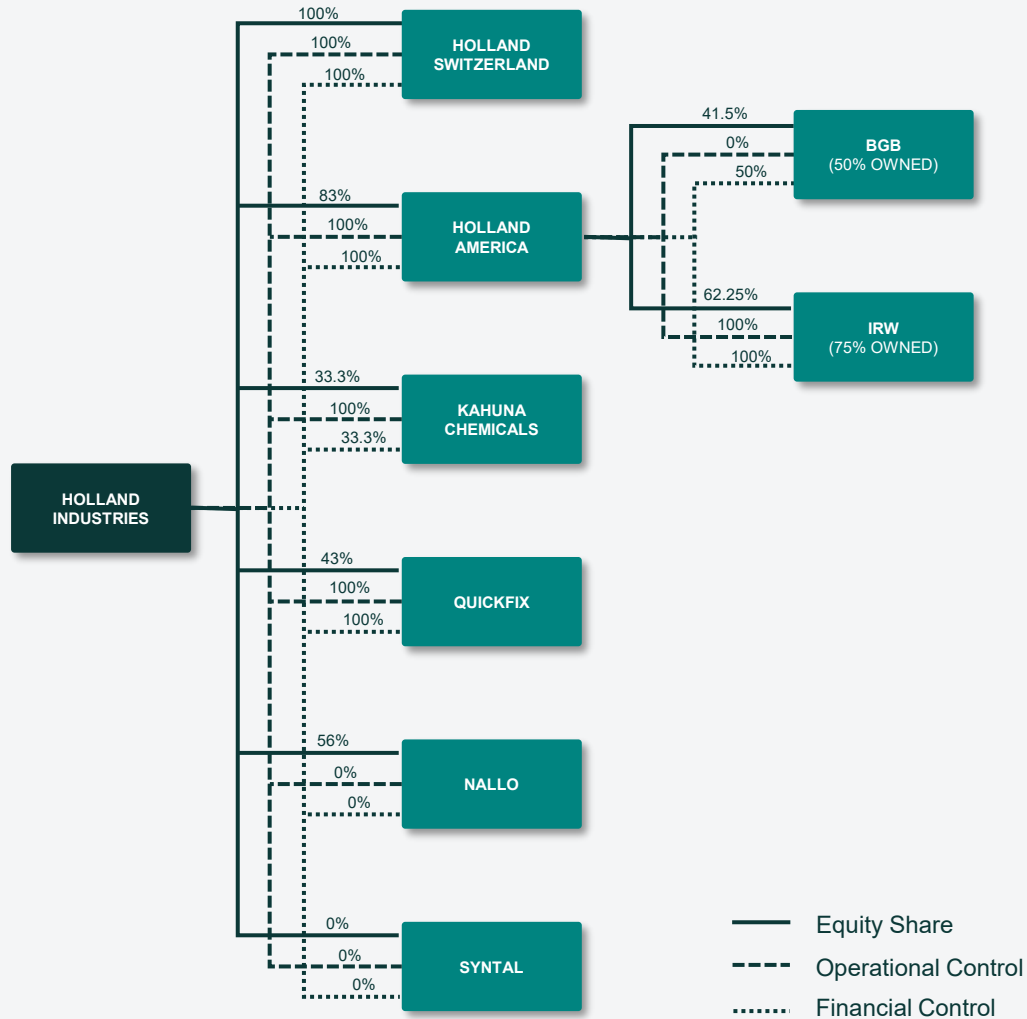


Untuk melaporkan emisi gas rumah kaca (GRK) dalam sebuah perusahaan, ada dua cara yang bisa digunakan:

Pendekatan kepemilikan saham dan pendekatan kontrol.

- **Pendekatan kepemilikan saham:** Emisi GHG dihitung berdasarkan persentase kepemilikan perusahaan dalam operasi tertentu. Jadi, jika perusahaan memiliki sebagian operasi (misalnya dalam kerjasama atau *joint venture*), maka emisinya dihitung sesuai dengan porsi kepemilikannya.
- **Pendekatan kontrol:** Emisi GRK dihitung berdasarkan kontrol yang dimiliki perusahaan terhadap operasi tersebut. Jika perusahaan mengendalikan suatu operasi, meskipun tidak sepenuhnya memilikinya, maka perusahaan tersebut akan melaporkan seluruh emisi dari operasi tersebut.

05. BATASAN INVENTORI GRK: Batas Organisasi – Contoh 1



KEPEMILIKAN PENUH DAN OPERASI BERSAMA DARI HOLLAND	STRUKTUR LEGAL DAN PARTNER	ECONOMIC INTEREST OLEH HOLLAND INDUSTRIES	CONTROL OF OPERATING POLICIES	TREATMENT IN HOLLAND INDUSTRIES' FINANCIAL ACCOUNTS	PERHITUNGAN DAN PELAPORAN EMISI OLEH HOLLAND INDUSTRIES	
					EQUITY SHARE APPROACH	CONTROL APPROACH
HOLLAND SWITZERLAND	Incorporated Company	100%	Holland Industries	Wholly owned subsidiary	100%	100% for operational control 100% for financial control
HOLLAND AMERICA	Incorporated Company	83%	Holland Industries	Subsidiary	83%	100% for operational control 100% for financial control
BGB	Joint Venture, Partners have joint financial control other partner Rearden	50% by Holland America	Rearden	via Holland America	41.5% (83% x 50%)	0% for operational control 50% for financial control
IRW	Subsidiary of Holland America	75% by Holland America	Holland America	via Holland America	62.25% (83% x 75%)	100% for operational control 100% for financial control
KAHUNA CHEMICALS	Non-incorporated joint venture: partners have joint financial control: two other partners: ICT and BCSF	33.30%	Holland Industries	Proportionally consolidated joint venture	33.30%	100% for operational control 33.3% for financial control
QUICKFIX	Incorporated joint venture, other partner Major	43%	Holland Industries	Subsidiary (Holland Industries has financial control since it treats Quick Fix as a subsidiary in its financial accounts)	43%	100% for operational control 100% for financial control
NALLO	Incorporated joint venture, other partner Nagua Co.	56%	Nallo	Associated company (Holland Industries does not have financial control since it treats Nallo as an Associated company in its financial accounts)	56%	0% for operational control 0% for financial control
SYNTAL	Incorporated company, subsidiary of Erewhon Co.	0%	Erewhon Co.	Fixed asset investment	0%	0% for operational control 0% for financial control

Sumber: GHG Protocol

05. BATASAN INVENTORI GRK: Batasan Organisasi – Contoh 2

Batas Organisasi



PENDEKATAN	DEFINISI	PERHITUNGAN GRK
EQUITY SHARE	Persen kepemilikan	% Kepemilikan
FINANCIAL CONTROL	Mengarahkan kebijakan keuangan untuk memperoleh manfaat ekonomi	Jika Ya: 100% Jika Tidak: 0% Jika Bersama: % Kepemilikan
OPERATIONAL CONTROL	Kewenangan untuk memperkenalkan dan menerapkan kebijakan operasi	Jika Ya: 100% Jika Tidak: 0%

05. BATASAN INVENTORI GRK: Batasan Organisasi – Contoh 3

An entity has an ownership interest in five power plants that emit CO₂ emissions as shown in the table below. The entity consolidation of emissions for control and equity share based reporting are also shown in this table.

	CO ₂ Emissions (MT)	Equity Share	Control (Y/N)	Control-Based Report CO ₂ Emissions (MT)	Equity Share Report CO ₂ Emissions (MT)
Plant 1	5,000,000	100%	Y		
Plant 2	3,600,000	33%	N		
Plant 3	160,000	75%	Y		
Plant 4	500,000	50%	Y		
Plant 5	250,000	20%	N		
Total	9,510,000				

Sumber: EPS Protocol , The Climate Registry

01

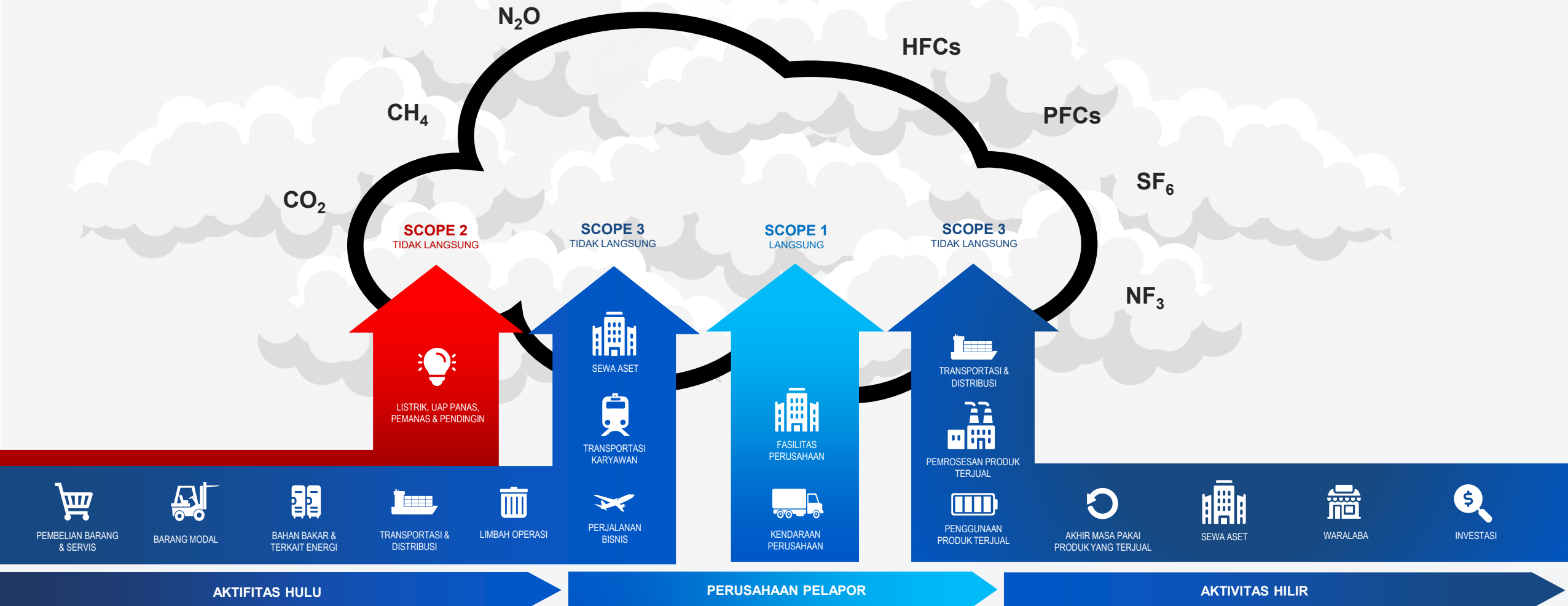
5.2.1. Menetapkan Batas Pelaporan

Organisasi harus menetapkan dan mendokumentasikan batas pelaporan, termasuk **identifikasi terhadap emisi** dan **serapan GRK langsung dan tidak langsung**, terkait dengan operasi organisasi.



05. BATASAN INVENTORI GRK: Batasan Pelaporan

ISO14064-1:2018 berdasarkan “kategori” ; GHG Protocol berdasarkan lingkup “Scope”
Keduanya dapat digunakan secara bergantian



AKTIFITAS HULU

PERUSAHAAN PELAPOR

AKTIFITAS HILIR

05. BATASAN INVENTORI GRK: Batasan Pelaporan

Annex B, ISO14064-1:2018 – Kategori dan Sub-Kategori GRK

No	Kategori	No	Sub-kategori	Contoh dari sumber emisi /serapan GRK
1	Emisi dan serapan GRK langsung	1.1	pembakaran tidak bergerak,	pembakaran semua jenis bahan bakar (fosil atau biomassa) yang dibakar dalam peralatan tidak bergerak (tetap), seperti pemanas, turbin gas, boiler
		1.2	pembakaran bergerak	pembakaran bahan bakar (fosil atau biomassa) pada peralatan transportasi, seperti kendaraan bermotor, truk, kapal, pesawat terbang, lokomotif <i>fork lift truck</i>
		1.3	Emisi proses dan serapan langsung dari proses industri	contoh proses industri yang menghasilkan emisi proses langsung meliputi, tetapi tidak terbatas pada, produksi semen, produksi kimia, manufaktur, dll
		1.4	Emisi <i>fugitive</i> langsung dari pelepasan GRK dalam sistem antropogenik.	berasal dari sistem yang mengekstraksi, memproses, menyimpan, dan mengirimkan bahan bakar fosil (misal <i>flanges & valves</i>); dari kebocoran peralatan (misal. sistem pendingin); dari proses pertanian (misal. pembusukan dan fermentasi); dan dari dekomposisi bahan limbah yang tidak terkendali dari sumber, seperti tempat penimbunan sampah.
		1.5	Emisi dan serapan langsung dari penggunaan lahan	Tanah, hutan, padang rumput, danau, dll
2	Emisi GRK tidak langsung dari energi yang diimpor	2.1	Emisi tidak langsung dari listrik yang diimpor	Emisi yang dihasilkan dari import energi listrik Inventarisasi GRK oleh supplier energi yang memiliki dan mengontrol system transmisi serta distribusinya, maka emisi GRK yang timbul dari hal tersebut sebaiknya dihitung pada emisi tidak langsung energi
		2.2	Emisi tidak langsung dari energi yang diimpor selain listrik (heating, steam, cooling, compressed air)	Emisi yang dihasilkan dari import steam, heating, cooling, dan kompresi udara/ Inventarisasi GRK oleh supplier energi yang memiliki dan mengontrol system transmisi serta distribusinya, maka emisi GRK yang timbul dari hal tersebut sebaiknya dihitung pada emisi tidak langsung energi

05. BATASAN INVENTORI GRK: Batasan Pelaporan

Annex B, ISO14064-1:2018 – Kategori dan Sub-Kategori GRK

No	Kategori	No	Sub-kategori	Contoh dari sumber emisi /serapan GRK
3	Emisi GRK tidak langsung dari transportasi	3.1	transportasi dan distribusi <i>upstream</i>	emisi GRK terjadi dari sumber yang berada di luar batas organisasi dari kegiatan transportasi dan distribusi barang dan jasa yang digunakan oleh organisasi dalam aktivitasnya (contonya, raw material)
		3.2	transportasi dan distribusi <i>downstream</i>	transportasi dan distribusi produk organisasi termasuk pergudangan dan retail
		3.3	perjalanan kerja karyawan	emisi yang terkait dengan transportasi karyawan dari rumah mereka ke tempat kerjanya.
		3.4	transportasi klien dan pengunjung	emisi yang terkait dengan perjalanan klien dan pengunjung ke fasilitas organisasi
		3.5	perjalanan bisnis	Emisi yang timbul dari penggunaan transportasi, bermalam di tempat menginap, dan kegiatan perjalanan bisnis lainnya yang menimbulkan emisi
4	Emisi GRK tidak langsung dari produk yang digunakan oleh organisasi	4.1	barang yang dibeli	emisi yang terkait dengan pembuatan produk yang dibeli
		4.2	barang modal	emisi dari barang yang dibeli dan amortisasi oleh organisasi.
		4.3	pembuangan limbah padat dan cair	Emisi yang timbul dari pengelolaan limbah yang dihasilkan oleh organisasi dan dikelola oleh pihak ke-3, dimana pengelolaan yang dilakukan akan menentukan emisi yang dihasilkan. Termasuk dengan transportasi limbah tersebut
		4.4	penggunaan aset	Emisi yang ditimbulkan melalui peralatan yang disewa oleh organisasi pada tahun pelaporan. Sub-kategori ini hanya dapat diterapkan untuk organisasi yang mengoperasikan aset sewaan
		4.5	penggunaan jasa yang tidak dijelaskan dalam sub-kategori di atas	Emisi dari penggunaan jasa yang tidak dijelaskan dalam sub-kategori di atas termasuk konsultasi, pembersihan, pemeliharaan, pengiriman surat, bank, dll

05. BATASAN INVENTORI GRK: Batasan Pelaporan

Annex B, ISO14064-1:2018 – Kategori dan Sub-Kategori GRK

No	Kategori	No	Sub-kategori	Contoh dari sumber emisi /serapan GRK
5	Emisi GRK tidak langsung yang terkait dengan penggunaan produk organisasi	5.1	tahap penggunaan produk	mencakup total emisi sepanjang hidup produk dari semua produk relevan yang terjual. Emisi ini sangat terkait erat dengan skenario tahapan hidup (LCA).
		5.2	Downstream leased assets	Emisi yang berasal dari operasi aset yang dimiliki oleh organisasi dan disewakan kepada entitas lain
		5.3	End of life produk	emisi yang terkait dengan akhir hidup dari semua produk yang terjual oleh organisasi
		5.4	Investasi	Emisi yang terkait dengan investasi yang dilakukan, umumnya menargetkan lembaga keuangan swasta atau public.
6	Emisi GRK tidak langsung dari sumber lain	-	-	Jika emisi tidak tercakup oleh kategori yang sudah disebutkan, maka bisa dimasukkan ke dalam kategori ini. Organisasi harus dengan jelas terkait emisi yang dimaksudkan



- **Identifikasi Sumber Emisi:** Mengidentifikasi semua sumber emisi karbon di bangunan atau industri, termasuk penggunaan energi, transportasi, proses industri, dan limbah.
- **Pengukuran Konsumsi Energi:** Mengukur konsumsi energi dari berbagai sumber seperti listrik, gas alam, bahan bakar fosil, dan energi terbarukan.
- **Pengumpulan Data Aktivitas:** Mengumpulkan data aktivitas yang relevan seperti jumlah bahan bakar yang digunakan, jarak tempuh transportasi, volume produksi, dan lain-lain.

Pengumpulan
Data

Perhitungan
Emisi

Pelaporan
Emisi

Verifikasi
Emisi

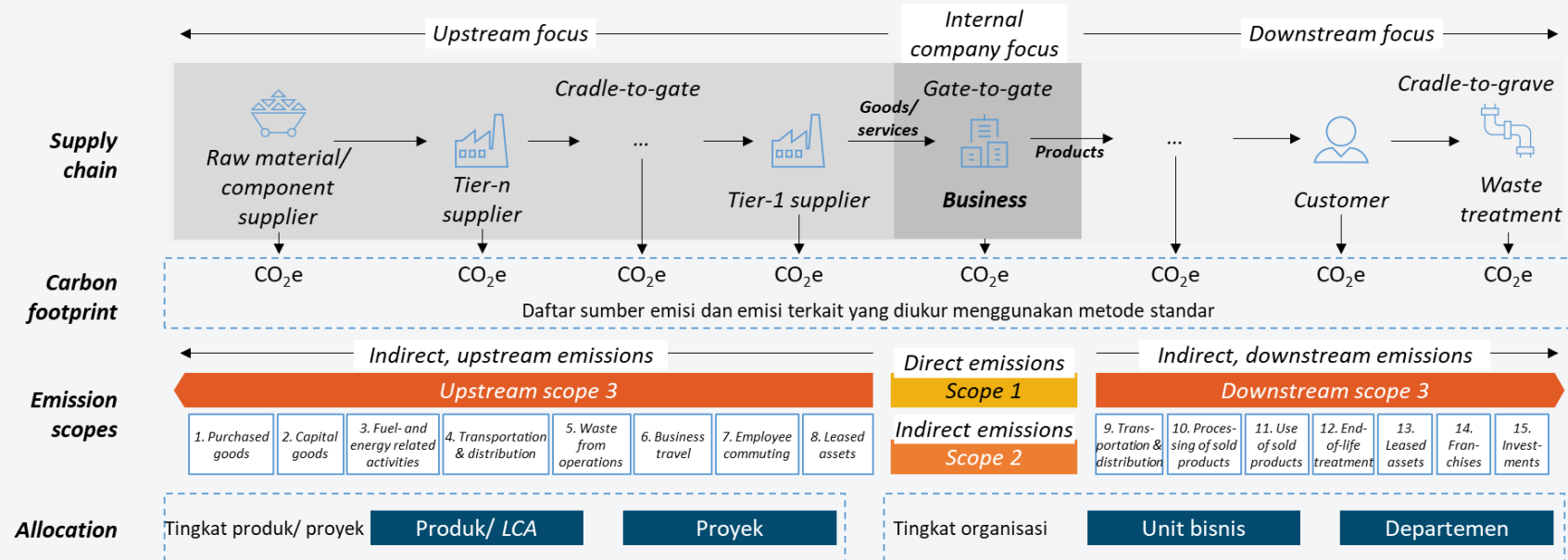
Pengurangan
Emisi

Pemantauan
dan Pelaporan
Berkala

Faktor Emisi

Metode Perhitungan

- Scope 1: Emisi langsung dari sumber yang dimiliki atau dikendalikan oleh entitas.
- Scope 2: Emisi tidak langsung dari konsumsi energi listrik, panas, atau uap yang dibeli.
- Scope 3: Emisi tidak langsung lainnya yang terjadi di rantai nilai entitas



Secara umum, emisi GRK merupakan perkalian antara data aktivitas (konsumsi bahan bakar) dengan faktor emisi bahan bakar, dengan rumus sebagai berikut:



$$E_{(ton)} = DA \times FE$$

Keterangan:

- E : Nilai Emisi (ton)
- DA : Data Aktivitas (Tj)
- FE : - Faktor Emisi CO₂ (ton/TJ)
- Faktor Emisi N₂O (ton/TJ)
- Faktor Emisi CH₄ (ton/TJ)

$$E_{(tonCO_2e)} = DA \times FE \times GWP$$

Keterangan:

- E : Nilai Emisi (tonCO₂e)
- DA : Data Aktivitas (Tj)
- FE : - Faktor Emisi CO₂ (ton/TJ)
- Faktor Emisi N₂O (ton/TJ)
- Faktor Emisi CH₄ (ton/TJ)
- GWP : *Global Warming Potential*

Sebagian besar perusahaan harus melakukan evaluasi catatan-catatan/rekaman ini:

- **Scope 1:** Catatan pembelian bahan bakar
- **Scope 2:** Catatan konsumsi listrik terukur
- **Scope 3:** Data aktivitas seperti penggunaan bahan bakar, bahan baku, kegiatan pihak kontraktor, produk yang dijual, dll (Upstream-Downstream)

Perhitungan nilai emisi CO₂, CH₄ dan N₂O berdasarkan nilai faktor emisi masing-masing jenis GRK tersebut

Tier-1 : FE IPCC
Tier-2 : FE Nasional

METODE-1

☐ Batubara	→	E_{CO_2,CH_4,N_2O}	$= (F_{BB} \times NCV) \times FE \times 10^{-3}$
☐ BBM	→	E_{CO_2,CH_4,N_2O}	$= (F_{BBM} \times \rho \times NCV) \times FE \times 10^{-6}$
☐ Gas Alam/LNG	→	E_{CO_2,CH_4,N_2O}	$= (F_{BBG} \times K) \times FE$
☐ Biomass-Based Fuel			
Biomassa Padat	→	E_{CO_2,CH_4,N_2O}	$= (F_{Bm} \times NCV) \times FE \times 10^{-3}$
Biomassa Cair	→	E_{CO_2,CH_4,N_2O}	$= (F_{Bm} \times NCV \times \rho) \times FE \times 10^{-6}$
Biomassa Gas	→	E_{CO_2,CH_4,N_2O}	$= (F_{Bm} \times K) \times FE$

Tier-1 : FE IPCC
Tier-2 : FE Nasional

Perhitungan nilai emisi CO₂, CH₄ dan N₂O berdasarkan nilai faktor emisi masing-masing jenis GRK tersebut

Untuk kegiatan Pembangkit Listrik dengan bahan bakar *Biomass-Based Fuel* nilai Emisi CO₂ dianggap 0 (nol)

Keterangan:

E	: Nilai Emisi (ton)	F _{BBG}	: Konsumsi BBG setahun (MMBTU)
F _(BB,BBM,BBG,Bm)	: Konsumsi bahan bakar setahun (ton,kLt,MMBTU)	F _{Bm}	: Konsumsi Biomassa setahun (ton,kLt,MMBTU)
NCV _(BB,BBM,Bm)	: Nilai kalor bersih bahan bakar (TJ/Gg), rerata	K	: Konversi (0,001055 TJ/MMBTU)
ρ	: - Berat jenis BBM (kg/m ³), rerata - Berat jenis biomassa cair (kg/m ³), rerata	FE	: - Faktor Emisi CO ₂ (ton/TJ) - Faktor Emisi N ₂ O (ton/TJ) - Faktor Emisi CH ₄ (ton/TJ)

(Tier-1)

Jenis Bahan Bakar	Kg GRK/TJ			Nilai Kalor (NCV)	Kandungan Karbon	
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O		(Kg/GJ)	%
Gas oil (Minyak Solar, HSD/ADO)	74.100	3	0,6	43,0	20,2	87
Diesel oil (Minyak Diesel/ IDO)	74.100	3	0,6	43,0	20,2	87
Residual fuel oil (Minyak Bakar, MFO, HFO)	77.400	3	0,6	40,4	21,1	86
Natural Gas (Gas Bumi)	56.100	1	0,1	48,0	15,3	73
Coking Coal	94.600	1	1,5	28,2	25,8	67
Other Bituminous	94.600	1	1,5	25,8	25,8	73
Sub Bituminous	96.100	1	1,5	18,9	26,2	50
Lignite	101.000	1	1,5	11,9	27,6	33
Peat	106.000	1	1,5	9,76	28,9	28
Biodiesel	70.800	3	0,6	27,0	19,3	52
Landfill gas	54.600	1	0,1	50,4	14,9	75
Other Biogas	54.600	1	0,1	50,4	14,9	75
Wood/wood waste (Kayu)	112.000	30	4	15,6	30,5	48
Other primary solid biomass (Biomassa padat lainnya)	100.000	30	4	11,6	27,3	32

Sumber: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

BBM dan BBG Nasional (Tier-2)

Jenis Bahan Bakar	Kg GRK/TJ			Nilai Kalor Bersih (NCV)	Kandungan Karbon (%)
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O		
Minyak Solar (HSD/ADO)1)	74.300	N/A	N/A	42,66	86
Minyak Diesel (IDO) 1)	73.900	N/A	N/A	42,12	85
Minyak Bakar (MFO, HFO) 1)	75.200	N/A	N/A	41,31	85
Gas alam (pipa) 2)	57.640	N/A	N/A	45,2 ³⁾	71 ³⁾
LNG 2)	57.270	N/A	N/A	47,1 ³⁾	74 ³⁾

Batubara Nasional (Tier-2)

Kualitas Batubara (nilai kalor, adb)	Kg GRK/TJ			NCV	Kandungan Karbon	
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O		Kg C/TJ	%
Rendah (<5100)	106.476	N/A	N/A	14,8	29,0	42,92
Sedang (5100-6100)	100.575	N/A	N/A	18,7	27,4	51,24
Tinggi (6100-7100)	94.715	N/A	N/A	24,1	25,8	62,18
Tinggi Sekali (>7100)	95.062	N/A	N/A	28,5	25,9	73,82

Sumber: Hasil Kajian Puslitbang Tekmira KESDM, 2016.

DENSITAS (Tier 2)

No	Bahan Bakar	Densitas (kg/m ³)
1	Minyak Solar (HSD)	837,5
2	Minyak Diesel (IDO)	910,0
3	Minyak Bakar (MFO, HFO)	991,0

Sumber: Hasil Studi Puslitbang Teknologi Migas (Lemigas) KESDM tentang Faktor Emisi BBM dan BBG, 2011

Batubara

$$\text{NCV} = \text{GCV} - 0,212\text{H} - 0,0245\text{M} - 0,008\text{Y}$$

dimana:

NCV : *Net Calorific Value (TJ/Gg)*
GCV : *Gross Calorific Value (TJ/Gg)*
H : *Hidrogen (% , as received)*
M : *Total Moisture (%)*
Y : *Oksigen (% , as received)*

BBM

$$\text{NCV} = \text{GCV} - 0,212\text{H}$$

dimana:

NCV : *Net Calorific Value (TJ/Gg)*
GCV : *Gross Calorific Value (TJ/Gg)*
H : *Hidrogen (%)*



KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
DIREKTORAT JENDERAL KETENAGALISTRIKAN

[Home](#)
[Tentang Kami ▾](#)
[Produk Hukum ▾](#)
[Media ▾](#)
[Informasi Publik ▾](#)
[Reformasi Birokrasi ▾](#)
[Link Terkait ▾](#)
[Kontak Kami](#)

Faktor Emisi Pembangkit Listrik

Faktor Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Sistem Interkoneksi Ketenagalistrikan

No	Judul	Waktu dibuat	Download
1	Faktor Emisi GRK Tahun 2019	2019	Faktor Emisi GRK Tahun 2019
2	Faktor Emisi GRK Tahun 2018	2018	Faktor Emisi GRK Tahun 2018
3	Faktor Emisi GRK Tahun 2017	2017	Faktor Emisi GRK Tahun 2017
4	Faktor Emisi GRK Tahun 2016	2016	Faktor Emisi GRK Tahun 2016
5	Faktor Emisi GRK Tahun 2015	2015	Faktor Emisi GRK Tahun 2015
6	Faktor Emisi GRK Tahun 2011-2014	2011-2014	Faktor Emisi GRK Tahun 2011-2014

FAKTOR EMISI GRK SISTEM KETENAGALISTRIKAN TAHUN 2019

No	Nama Grid	Provinsi	Total Pembangkit	OM (ton CO ₂ /MWh)	BM (ton CO ₂ /MWh)	Faktor Emisi (ton CO ₂ /MWh)			
						CM Ex=Post		CM Ex-Ante	
						OM=0,5 BM=0,5	OM=0,75 BM=0,25	OM=0,5 BM=0,5	OM=0,75 BM=0,25
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	3 Nusa	Bali	2	0,52	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2	Adonara	Nusa Tenggara Timur	12	0,59	0,59	0,59	0,59	0,88	1,03
3	Alai (Kepri)	Kepulauan Riau	5	0,53	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
4	Alor	Nusa Tenggara Timur	33	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
5	Ambon	Maluku	27	0,65	0,66	0,66	0,65	0,66	0,66
6	Ampana	Sulawesi Tengah	4	0,61	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
7	Balantak	Sulawesi Tengah	5	0,67	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
8	Bangka	Bangka Belitung	48	1,04	0,74	0,89	0,97	0,88	0,95
9	Bantal	Bengkulu	1	0,64	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
10	Barito	Kalimantan Tengah	121	1,20	1,41	1,31	1,25	1,28	1,21
11	Batam-Tanjung Pinang	Kepulauan Riau	47	0,76	0,88	0,82	0,79	0,85	0,83
12	Bau-Bau	Sulawesi Tenggara	29	0,97	0,51	0,74	0,86	0,67	0,76
13	Belitung	Bangka Belitung	20	1,40	1,42	1,41	1,40	1,46	1,48
14	Bengkalis (Riau)	Riau	31	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02
15	Bere-Bere (Morotai)	Maluku Utara	4	0,69	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
16	Biak	Papua	10	0,57	0,56	0,57	0,57	0,61	0,63
17	Biaro	Sulawesi Utara	4	0,60	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
18	Bicoli (Halmahera Timur)	Maluku Utara	7	0,66	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
19	Bima	Nusa Tenggara Barat	22	0,56	0,53	0,55	0,55	0,57	0,59
20	Bualemo	Sulawesi Tengah	10	0,70	0,71	0,71	0,70	0,71	0,71
21	Buano (Seram Barat)	Maluku	7	0,71	0,71	0,71	0,71	0,67	0,65
22	Bukide	Sulawesi Utara	2	1,77	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
23	Bula (Seram Timur)	Maluku	8	0,55	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
24	Buli (Halmahera Timur)	Maluku Utara	12	0,65	0,65	0,65	0,65	0,71	0,74

No	Nama Grid	Provinsi	Total Pembangkit	OM (ton CO ₂ /MWh)	BM (ton CO ₂ /MWh)	Faktor Emisi (ton CO ₂ /MWh)			
						CM Ex=Post		CM Ex-Ante	
						OM=0,5 BM=0,5	OM=0,75 BM=0,25	OM=0,5 BM=0,5	OM=0,75 BM=0,25
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
25	Bulungkobit	Sulawesi Tengah	4	0,91	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
26	Bunta	Sulawesi Tengah	4	0,60	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
27	Concong Luar (Riau)	Riau	6	0,67	0,67	0,67	0,67	0,69	0,71
28	Dabo Singkep (Kepri)	Kepulauan Riau	8	0,48	0,48	0,48	0,48	N/A	N/A
29	Daruba (Morotai)	Maluku Utara	12	0,60	0,60	0,60	0,60	0,63	0,65
30	Dobo	Maluku	15	0,54	0,54	0,54	0,54	0,60	0,62
31	Durai (Kepri)	Kepulauan Riau	7	0,55	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
32	Ende	Nusa Tenggara Timur	105	1,08	0,97	1,03	1,05	1,12	1,20
33	Geser (Seram Timur)	Maluku	6	0,62	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
34	Haruku (Maluku Tengah)	Maluku	6	0,66	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
35	Ibu (Halmahera Barat)	Maluku Utara	9	0,60	0,60	0,60	0,60	0,64	0,67
36	Ipuh	Bengkulu	12	0,64	0,64	0,64	0,64	0,69	0,71
37	Jailolo (Halmahera Barat)	Maluku Utara	6	0,57	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
38	Jamali	Banten	302	0,80	0,94	0,87	0,84	0,87	0,83
		Banten							
		Dki Jakarta							
		Jawa Barat							
		Jawa Tengah							
		Di Yogyakarta							
		Jawa Timur							
39	Jayapura	Papua	25	0,50	0,52	0,51	0,51	0,56	0,58
40	Kairatu (Seram bagian Barat)	Maluku	2	0,60	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
41	Karakelang (Talaud)	Sulawesi Utara	23	0,54	0,53	0,53	0,54	N/A	N/A
42	Karatung	Sulawesi Utara	5	0,64	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
43	Karimun Jawa	Jawa Tengah	4	0,62	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

No	Nama Grid	Provinsi	Total Pembangkit	OM (ton CO ₂ /MWh)	BM (ton CO ₂ /MWh)	Faktor Emisi (ton CO ₂ /MWh)			
						CM Ex=Post		CM Ex-Ante	
						OM=0,5 BM=0,5	OM=0,75 BM=0,25	OM=0,5 BM=0,5	OM=0,75 BM=0,25
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
44	Kedi (Halmahera Barat)	Maluku Utara	6	0,69	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
45	Kelong	Kepulauan Riau	8	0,50	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
46	Kendari	Sulawesi Tenggara	41	0,87	1,18	1,02	0,95	1,08	1,04
47	Kesui (Seram Timur)	Maluku	6	0,76	0,76	0,76	0,76	0,86	0,90
48	Khatulistiwa	Kalimantan Barat	46	1,67	1,59	1,63	1,65	1,41	1,31
49	Kian Darat (Seram Timur)	Maluku	12	0,61	0,61	0,61	0,61	0,65	0,68
50	Kisar	Maluku	11	0,57	0,57	0,57	0,57	0,70	0,77
51	Kobisonta (Seram Utara)	Maluku	8	0,59	0,59	0,59	0,59	0,66	0,70
52	Kolaka	Sulawesi Tenggara	26	0,37	0,55	0,46	0,42	0,50	0,48
53	Kota Bani	Bengkulu	16	0,70	0,70	0,70	0,70	0,75	0,77
54	Kota Lama (Riau)	Riau	11	0,59	0,59	0,59	0,59	0,50	0,45
55	Kotaraya	Sulawesi Tengah	27	0,47	0,51	0,49	0,48	0,47	0,46
56	Ladan	Kepulauan Riau	10	0,54	0,54	0,54	0,54	N/A	N/A
57	Laimu (Seram Selatan)	Maluku	11	0,66	0,67	0,67	0,66	0,72	0,74
58	Lambuya	Sulawesi Tenggara	16	0,57	0,56	0,56	0,56	0,57	0,57
59	Larat	Maluku	8	0,54	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
60	Lelang	Sulawesi Tengah	6	0,61	0,60	0,60	0,60	0,59	0,59
61	Lemang (Riau)	Riau	11	0,56	0,56	0,56	0,56	0,61	0,63
62	Lembata	Nusa Tenggara Timur	12	0,22	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
63	Letung	Kepulauan Riau	7	0,63	0,63	0,63	0,63	0,66	0,68
64	Lipulalongo	Sulawesi Tengah	4	0,71	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
65	Liran	Maluku	3	1,22	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
66	Lirung	Sulawesi Utara	12	0,57	0,57	0,57	0,57	N/A	N/A
67	Lolobata (Halmahera Timur)	Maluku Utara	6	0,70	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
68	Lombok	Nusa Tenggara Barat	54	1,27	1,96	1,61	1,44	1,39	1,11

No	Nama Grid	Provinsi	Total Pembangkit	OM (ton CO ₂ /MWh)	BM (ton CO ₂ /MWh)	Faktor Emisi (ton CO ₂ /MWh)			
						CM Ex=Post		CM Ex-Ante	
						OM=0,5 BM=0,5	OM=0,75 BM=0,25	OM=0,5 BM=0,5	OM=0,75 BM=0,25
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
69	Luhu (Seram bagian Barat)	Maluku	5	0,61	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
70	Lumbi-lumbia	Sulawesi Tengah	5	0,78	0,78	0,78	0,78	0,79	0,79
71	Luwuk	Sulawesi Tengah	9	0,60	0,60	0,60	0,60	0,64	0,65
72	Maba (Halmahera Timur)	Maluku Utara	5	0,61	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
73	Mahakam	Kalimantan Timur	97	1,12	1,16	1,14	1,13	1,14	1,13
74	Makalehi	Sulawesi Utara	5	0,72	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
75	Mako (Buru)	Maluku	11	0,58	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
76	Malifut (Halmahera Utara)	Maluku Utara	4	0,63	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
77	Mangaran	Sulawesi Utara	10	0,63	0,62	0,62	0,62	N/A	N/A
78	Manggarai	Nusa Tenggara Timur	12	0,28	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
79	Manokwari	Papua Barat	35	0,56	0,56	0,56	0,56	0,61	0,63
80	Marampit	Sulawesi Utara	4	0,79	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
81	Marore	Sulawesi Utara	3	0,63	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
82	Masohi (Maluku Tengah)	Maluku	4	0,57	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
83	Maumere	Nusa Tenggara Timur	50	0,57	0,54	0,56	0,56	0,61	0,64
84	Merauke	Papua	16	0,55	0,55	0,55	0,55	0,61	0,64
85	Miangas	Sulawesi Utara	4	0,66	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
86	Midai	Kepulauan Riau	6	0,55	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
87	Moa	Maluku	15	0,51	0,51	0,51	0,51	0,62	0,68
88	Moro (Kepri)	Kepulauan Riau	6	0,50	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
89	Mukomuko	Bengkulu	4	0,66	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
90	Nabire	Papua	19	0,53	0,52	0,52	0,52	0,58	0,62
91	Namlea	Maluku	17	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
92	Namrole (Buru Selatan)	Maluku	7	0,77	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
93	Nanedakele	Sulawesi Utara	3	0,86	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

No	Nama Grid	Provinsi	Total Pembangkit	OM (ton CO ₂ /MWh)	BM (ton CO ₂ /MWh)	Faktor Emisi (ton CO ₂ /MWh)			
						CM Ex=Post		CM Ex-Ante	
						OM=0,5 BM=0,5	OM=0,75 BM=0,25	OM=0,5 BM=0,5	OM=0,75 BM=0,25
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
94	Nias	Sumatera Utara	22	0,77	0,72	0,75	0,76	0,75	0,77
95	Ondor (Seram Utara)	Maluku	8	0,60	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
96	Pagai Selatan	Sumatera Barat	11	0,67	0,66	0,66	0,67	0,73	0,76
97	Palapas-Palu	Sulawesi Tengah	10	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55
98	Paposta	Sulawesi Tengah	24	0,02	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
99	Pasanea (Seram Utara Barat)	Maluku	7	0,63	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
100	Penuba (Kepri)	Kepulauan Riau	4	0,58	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
101	Piru (Seram Barat)	Maluku	3	0,61	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
102	Pulau Buru	Maluku	16	0,57	0,56	0,56	0,57	0,57	0,58
103	Pulau Elat	Maluku	7	0,68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
104	Pulau Halang (Riau)	Riau	13	0,60	0,60	0,60	0,60	0,57	0,55
105	Pulau Tello	Sulawesi Selatan	18	0,82	0,99	0,91	0,86	0,88	0,82
106	Raha	Sulawesi Tenggara	15	0,57	0,56	0,57	0,57	0,58	0,59
107	Ranai	Kepulauan Riau	11	0,57	0,57	0,57	0,57	N/A	N/A
108	Rote	Nusa Tenggara Timur	7	0,59	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
109	S Nasik Belitung	Bangka Belitung	11	0,44	0,42	0,43	0,44	N/A	N/A
110	Salakan	Sulawesi Tengah	4	0,58	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
111	Saumlaki	Maluku	25	0,52	0,50	0,51	0,51	0,60	0,64
112	Sedanau	Kepulauan Riau	8	0,58	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
113	Selat Panjang (Riau)	Riau	18	0,51	0,51	0,51	0,51	0,56	0,59
114	Seliu Belitung	Bangka Belitung	4	0,49	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
115	Serasan	Kepulauan Riau	7	0,64	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
116	Serui	Papua	14	0,59	0,58	0,59	0,59	0,63	0,66
117	Serwaru	Maluku	7	0,54	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
118	Siau	Sulawesi Utara	10	0,53	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

No	Nama Grid	Provinsi	Total Pembangkit	OM (ton CO ₂ /MWh)	BM (ton CO ₂ /MWh)	Faktor Emisi (ton CO ₂ /MWh)			
						CM Ex=Post		CM Ex-Ante	
						OM=0,5 BM=0,5	OM=0,75 BM=0,25	OM=0,5 BM=0,5	OM=0,75 BM=0,25
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
119	Siberut	Sumatera Barat	12	0,71	0,68	0,70	0,70	0,77	0,82
120	Siberut Utara	Sumatera Barat	5	0,71	0,71	0,71	0,71	0,78	0,82
121	Sipora	Sumatera Barat	7	0,67	0,67	0,67	0,67	0,74	0,77
122	Sorong	Papua Barat	11	0,56	0,55	0,56	0,56	0,60	0,62
123	Sulselbar	Sulawesi Selatan	137	0,73	1,17	0,95	0,84	0,95	0,84
		Sulawesi Barat							
124	Sulutgo	Sulawesi Utara	73	0,67	0,90	0,78	0,73	0,78	0,72
		Gorontalo							
125	Sumatera	Aceh	463	0,77	1,12	0,94	0,86	0,93	0,84
		Bengkulu							
		Jambi							
		Lampung							
		Riau							
		Sumatera Barat							
		Sumatera Selatan							
		Sumatera Utara							
126	Sumbawa	Nusa Tenggara Barat	23	0,69	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70
127	Sungai Guntung (Riau)	Riau	6	0,58	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
128	Tagulandang	Sulawesi Utara	8	0,55	0,55	0,55	0,55	N/A	N/A
129	Tahuna (Sangihe)	Sulawesi Utara	16	0,58	0,58	0,58	0,58	N/A	N/A
130	Tambelan (Kepri)	Kepulauan Riau	5	0,65	0,65	0,65	0,65	N/A	N/A
131	Taniwel (Seram Barat)	Maluku	11	0,58	0,58	0,58	0,58	0,61	0,62
132	Tanjung Balai Karimun	Kepulauan Riau	29	1,19	0,49	0,84	1,01	0,87	1,07
133	Tanjung Batu	Kepulauan Riau	20	0,51	0,50	0,50	0,51	N/A	N/A
134	Tanjung Samak (Riau)	Riau	10	0,56	0,56	0,56	0,56	0,60	0,62

No	Nama Grid	Provinsi	Total Pembangkit	OM (ton CO ₂ /MWh)	BM (ton CO ₂ /MWh)	Faktor Emisi (ton CO ₂ /MWh)			
						CM Ex=Post		CM Ex-Ante	
						OM=0,5 BM=0,5	OM=0,75 BM=0,25	OM=0,5 BM=0,5	OM=0,75 BM=0,25
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
135	Tarakan	Kalimantan Utara	40	0,29	0,67	0,48	0,38	0,59	0,56
136	Tarempa	Kepulauan Riau	15	0,43	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
137	Tehoru (Seram Selatan)	Maluku	10	0,65	0,64	0,64	0,65	0,70	0,73
138	Teluk Dalam (Riau)	Riau	1	0,69	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
139	Teluk Ketapang (Riau)	Riau	6	0,77	0,75	0,76	0,77	0,75	0,75
140	Tembilahan (Riau)	Riau	8	0,66	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
141	Ternate - Tidore	Maluku Utara	140	0,42	0,54	0,48	0,45	0,62	0,66
142	Timika	Papua	27	0,57	0,56	0,57	0,57	0,61	0,63
143	Timor	Nusa Tenggara Timur	36	0,79	0,60	0,69	0,74	0,70	0,75
144	Tobelo	Maluku Utara	12	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
145	Toili	Sulawesi Tengah	9	0,61	0,60	0,60	0,60	0,67	0,70
146	Toli-Toli	Sulawesi Tengah	20	0,48	0,51	0,50	0,49	0,51	0,52
147	Tual	Maluku	30	0,58	0,57	0,58	0,58	0,58	0,59
148	Wahai (Seram Utara)	Maluku	9	0,63	0,63	0,63	0,63	0,69	0,72
149	Waingapu	Nusa Tenggara Timur	51	0,54	0,57	0,55	0,54	0,60	0,61
150	Wakai	Sulawesi Tengah	7	0,71	0,72	0,72	0,71	0,72	0,72
151	Wangi-Wangi	Sulawesi Tenggara	14	0,52	0,50	0,51	0,51	0,55	0,58
152	Weda (Halmahera Tengah)	Maluku Utara	1	0,63	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
153	Werinama (Seram Timur)	Maluku	8	0,67	0,67	0,67	0,67	0,72	0,75
154	Wetar	Maluku	3	1,12	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Keterangan:

- Kolom 5 : OM = Operating Margin
- Kolom 6 : BM = Build Margin
- Kolom 7 dan 9 : Nilai Faktor Emisi untuk perhitungan mitigasi emisi GRK semua kegiatan kecuali PLTB dan PLTS
- Kolom 8 dan 10 : Nilai Faktor Emisi untuk perhitungan mitigasi emisi GRK untuk kegiatan PLTB dan PLTS



Global Warming Potential Values

The following table includes the 100-year time horizon global warming potentials (GWP) relative to CO₂. This table is adapted from the IPCC Fifth Assessment Report, 2014 (AR5)ⁱ. The AR5 values are the most recent, but the second assessment report (1995) and fourth assessment report (2007) values are also listed because they are sometimes used for inventory and reporting purposes. For more information, please see the IPCC website (www.ipcc.ch). The use of the latest (AR5) values is recommended. Please note that the GWP values provided here from the AR5 for non-CO₂ gases do not include climate-carbon feedbacks.

Global warming potential (GWP) values relative to CO₂

Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP values for 100-year time horizon		
		Second Assessment Report (SAR)	Fourth Assessment Report (AR4)	Fifth Assessment Report (AR5)
Carbon dioxide	CO ₂	1	1	1
Methane	CH ₄	21	25	28
Nitrous oxide	N ₂ O	310	298	265

Substances controlled by the Montreal Protocol

CFC-11	CCl ₃ F	3,800	4,750	4,660
CFC-12	CCl ₂ F ₂	8,100	10,900	10,200
CFC-13	CClF ₃		14,400	13,900
CFC-113	CCl ₂ FCF ₂	4,800	6,130	5,820
CFC-114	CClF ₂ CClF ₂		10,000	8,590
CFC-115	CClF ₂ CF ₃		7,370	7,670
Halon-1301	CBrF ₃	5,400	7,140	6,290
Halon-1211	CBrClF ₂		1,890	1,750
Halon-2402	CBrF ₂ CBrF ₂		1,640	1,470
Carbon tetrachloride	CCl ₄	1,400	1,400	1,730
Methyl bromide	CH ₃ Br		5	2
Methyl chloroform	CH ₃ CCl ₃	100	146	160

Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP values for 100-year time horizon		
		Second assessment report (SAR)	Fourth Assessment Report (AR4)	Fifth Assessment Report (AR5)
HCFC-21	CHCl ₂ F			148
HCFC-22	CHClF ₂	1,500	1,810	1,760
HCFC-123	CHCl ₂ CF ₃	90	77	79
HCFC-124	CHClFCF ₃	470	609	527
HCFC-141b	CH ₃ CCl ₂ F	600	725	782
HCFC-142b	CH ₃ CClF ₂	1,800	2,310	1,980
HCFC-225ca	CHCl ₂ CF ₂ CF ₃		122	127
HCFC-225cb	CHClFCF ₂ CClF ₂		595	525

Hydrofluorocarbons (HFCs)

HFC-23	CHF ₃	11,700	14,800	12,400
HFC-32	CH ₂ F ₂	650	675	677
HFC-41	CH ₃ F ₂	150		116
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	2,800	3,500	3,170
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1000		1,120
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1,300	1,430	1,300
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	300		328
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	3,800	4,470	4,800
HFC-152	CH ₂ FCH ₂ F			16
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	140	124	138
HFC-161	CH ₃ CH ₂ F			4
HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	2,900	3,220	3,350
HFC-236cb	CH ₂ FCF ₂ CF ₃			1,210
HFC-236ea	CHF ₂ CHFCF ₃			1,330
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	6,300	9,810	8,060
HFC-245ca	CH ₂ FCF ₂ CHF ₂	560		716
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃		1,030	858
HFC-365mfc	CH ₃ CF ₂ CH ₂ CF ₃		794	804
HFC-43-10mee	CF ₃ CHFCF ₂ CF ₃	1,300	1,640	1,650



Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP values for 100-year time horizon		
		Second assessment report (SAR)	Fourth Assessment Report (AR4)	Fifth Assessment Report (AR5)

Perfluorinated compounds

Sulfur hexafluoride	SF ₆	23,900	22,800	23,500
Nitrogen trifluoride	NF ₃		17,200	16,100
PFC-14	CF ₄	6,500	7,390	6,630
PFC-116	C ₂ F ₆	9,200	12,200	11,100
PFC-218	C ₃ F ₈	7,000	8,830	8,900
PFC-318	c-C ₄ F ₈	8,700	10,300	9,540
PFC-31-10	C ₄ F ₁₀	7,000	8,860	9,200
PFC-41-12	C ₅ F ₁₂	7,500	9,160	8,550
PFC-51-14	C ₆ F ₁₄	7,400	9,300	7,910
PCF-91-18	C ₁₀ F ₁₈		>7,500	7,190
Trifluoromethyl sulfur pentafluoride	SF ₅ CF ₃		17,700	17,400
Perfluorocyclopropane	c-C ₃ F ₆			9,200

Fluorinated ethers

HFE-125	CHF ₂ OCF ₃		14,900	12,400
HFE-134	CHF ₂ OCHF ₂		6,320	5,560
HFE-143a	CH ₃ OCF ₃		756	523
HCFE-235da2	CHF ₂ OCHClCF ₃		350	491
HFE-245cb2	CH ₃ OCF ₂ CF ₃		708	654
HFE-245fa2	CHF ₂ OCH ₂ CF ₃		659	812
HFE-347mcc3	CH ₃ OCF ₂ CF ₂ CF ₃		575	530
HFE-347pcf2	CHF ₂ CF ₂ OCH ₂ CF ₃		580	889
HFE-356pcc3	CH ₃ OCF ₂ CF ₂ CHF ₂		110	413
HFE-449sl (HFE-7100)	C ₄ F ₉ OCH ₃		297	421
HFE-569sf2 (HFE-7200)	C ₄ F ₉ OCH ₂ H ₅		59	57
HFE-43-10pccc124 (H-Galden 1040x)	CHF ₂ OCF ₂ OC ₂ F ₄ OCHF ₂		1,870	2,820
HFE-236ca12 (HG-10)	CHF ₂ OCF ₂ OCHF ₂		2,800	5,350



Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP values for 100-year time horizon		
		Second assessment report (SAR)	Fourth Assessment Report (AR4)	Fifth Assessment Report (AR5)

HFE-338pcc13 (HG-01)	CHF ₂ OCF ₂ CF ₂ OCHF ₂		1,500	2,910
HFE-227ea	CF ₃ CHFOCF ₃			6,450
HFE-236ea2	CHF ₂ OCHFCF ₃			1,790
HFE-236fa	CF ₃ CH ₂ OCF ₃			979
HFE-245fa1	CHF ₂ CH ₂ OCF ₃			828
HFE 263fb2	CF ₃ CH ₂ OCH ₃			1
HFE-329mcc2	CHF ₂ CF ₂ OCF ₂ CF ₃			3,070
HFE-338mcf2	CF ₃ CH ₂ OCF ₂ CF ₃			929
HFE-347mcf2	CHF ₂ CH ₂ OCF ₂ CF ₃			854
HFE-356mec3	CH ₃ OCF ₂ CHFCF ₃			387
HFE-356pcf2	CHF ₂ CH ₂ OCF ₂ CHF ₂			719
HFE-356pcf3	CHF ₂ OCH ₂ CF ₂ CHF ₂			446
HFE 365mcf3	CF ₃ CF ₂ CH ₂ OCH ₃			<1
HFE-374pc2	CHF ₂ CF ₂ OCH ₂ CH ₃			627

Perfluoropolyethers

PFPME	CF ₃ OCF(CF ₃)CF ₂ OCF ₂ OCF ₃		10,300	9,710
-------	--	--	--------	-------

Hydrocarbons and other compounds - direct effects

Chloroform	CHCl ₃	4		16
Methylene chloride	CH ₂ Cl ₂	9	8.7	9
Methyl chloride	CH ₃ Cl		13	12
Halon-1201	CHBrF ₂			376

IPCC data sources for more information:

- AR4 values: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html
- AR5 values: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf (p. 73-79)

ⁱ Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestedt, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura and H. Zhang, 2013: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Berapa nilai emisi CO2 dari penggunaan Listrik berikut ini.

Tahun	Bulan	Jumlah Konsumsi Energi (kWh)
		(1)
2023	Mei	7.355,2
	Juni	8.535,2
	Juli	4.807,6
	Agustus	5.451,2
	September	4.200
	Oktober	8.016
	November	9.077,6
	Desember	6.322,8
2024	Januari	8.202
	Februari	5.237,6
	Maret	4.200
	April	8.608,4

1. Identifikasi Sumber Listrik yang digunakan berasal dari Jaringan Listrik (Grid) mana.
2. Rubah satuan Konsumsi Listrik agar sesuai dengan Faktor Emisi yang tersedia dari ESDM.
3. Masukkan data Konsumsi Listrik ke persamaan.

Contoh

Grid: Jamali

Tahun	Bulan	Jumlah Konsumsi Energi (kWh)	Jumlah Konsumsi Energi (MWh)	Faktor Emisi (tonCO2/MWh)	Emisi CO2 (tonCO2)	GWP	Emisi CO2 (tonCO2e)
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
2023	Mei	7,355.20	7.36	0.87	6.40	1	6.40
	Juni	8,535.20	8.54	0.87	7.43	1	7.43
	Juli	4,807.60	4.81	0.87	4.18	1	4.18
	Agustus	5,451.20	5.45	0.87	4.74	1	4.74
	September	4,200.00	4.20	0.87	3.65	1	3.65
	Oktober	8,016.00	8.02	0.87	6.97	1	6.97
	November	9,077.60	9.08	0.87	7.90	1	7.90
	Desember	6,322.80	6.32	0.87	5.50	1	5.50
2024	Januari	8,202.00	8.20	0.87	7.14	1	7.14
	Februari	5,237.60	5.24	0.87	4.56	1	4.56
	Maret	4,200.00	4.20	0.87	3.65	1	3.65
	April	8,608.40	8.61	0.87	7.49	1	7.49
TOTAL					69.61		69.61



Menyesuaikan Skema/Standar/Juknis



Prinsip Pelaporan dan Kuantifikasi Emisi GRK Tingkat Perusahaan ISO 14064-1

Prinsip Penggunaan dan Pengembangan

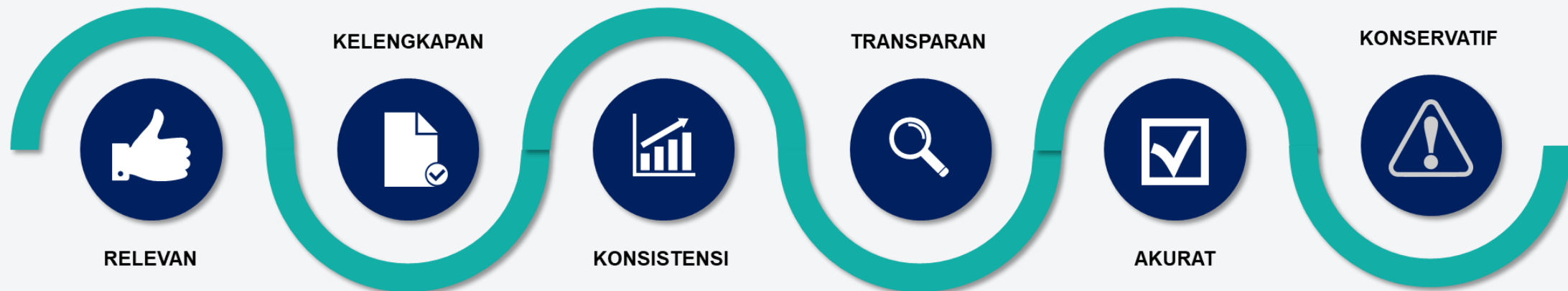
- Terdapat 5 prinsip dasar pelaporan dan kuantifikasi berdasarkan **ISO 14064-1**
- Membantu memandu penghitungan dan pelaporan GRK untuk memastikan bahwa inventarisasi mewakili perhitungan emisi perusahaan yang jujur, benar, dan adil
- Berasal dari prinsip akuntansi dan pelaporan keuangan

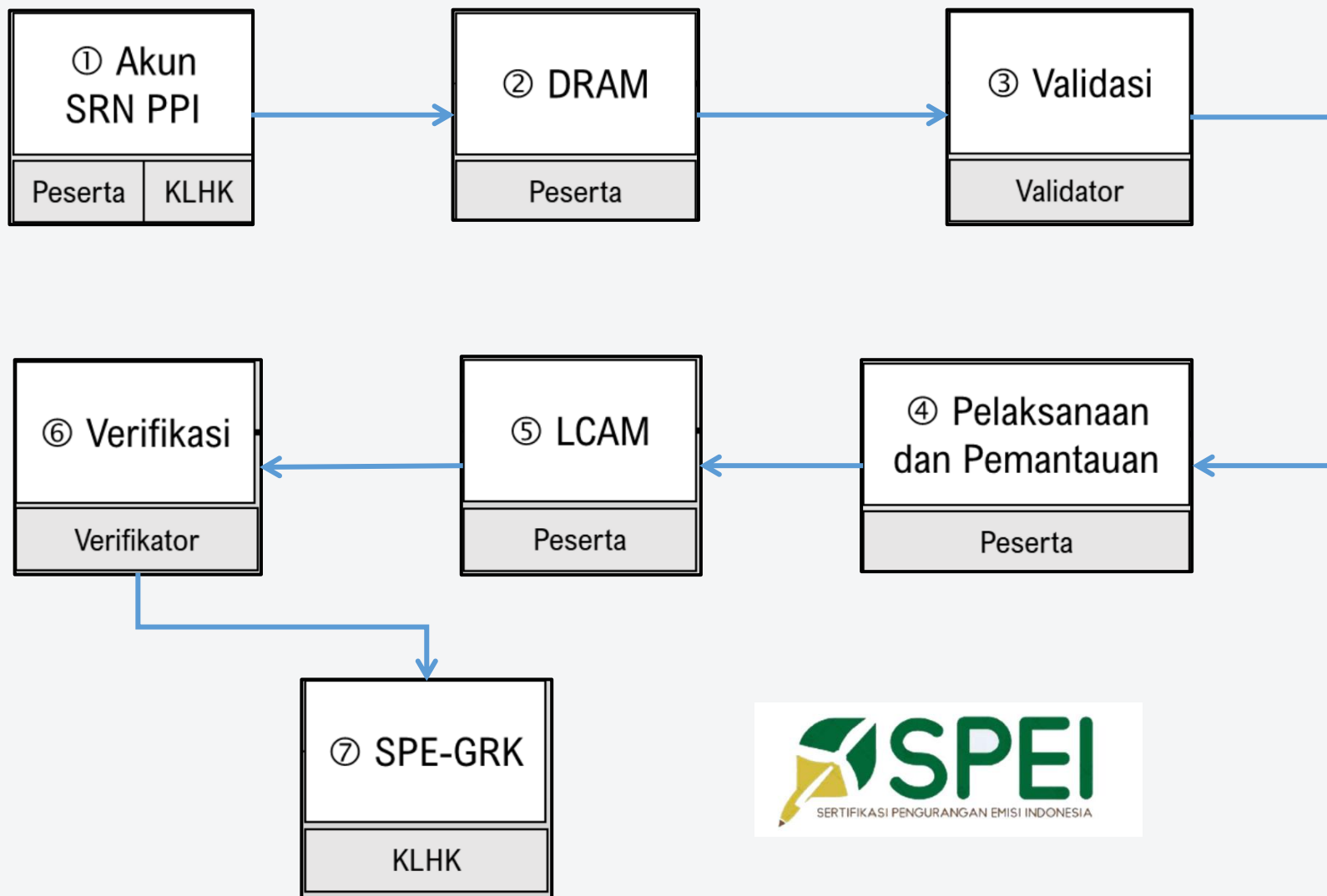


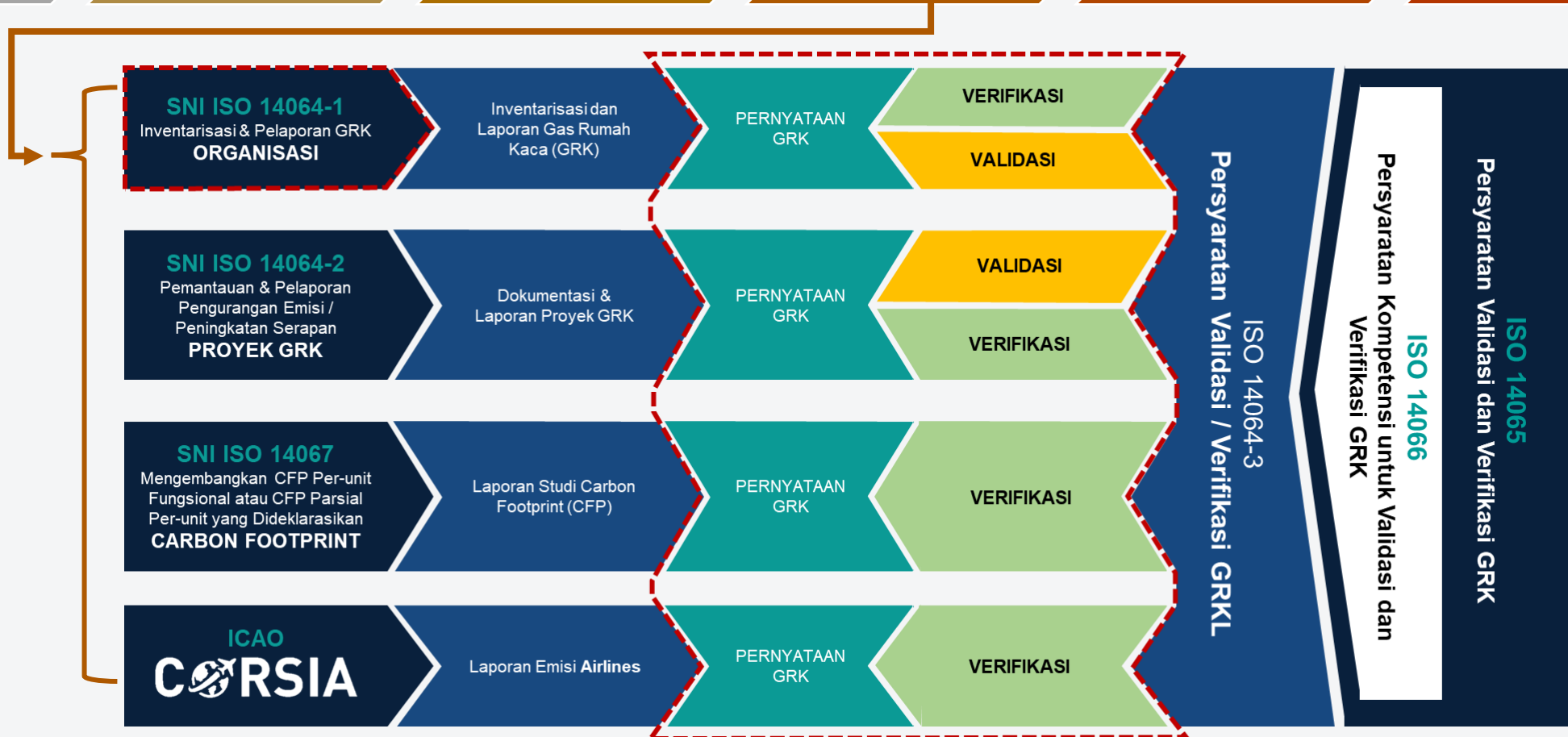
Prinsip Pelaporan dan Kuantifikasi Emisi GRK Tingkat Proyek ISO 14064-2:2018

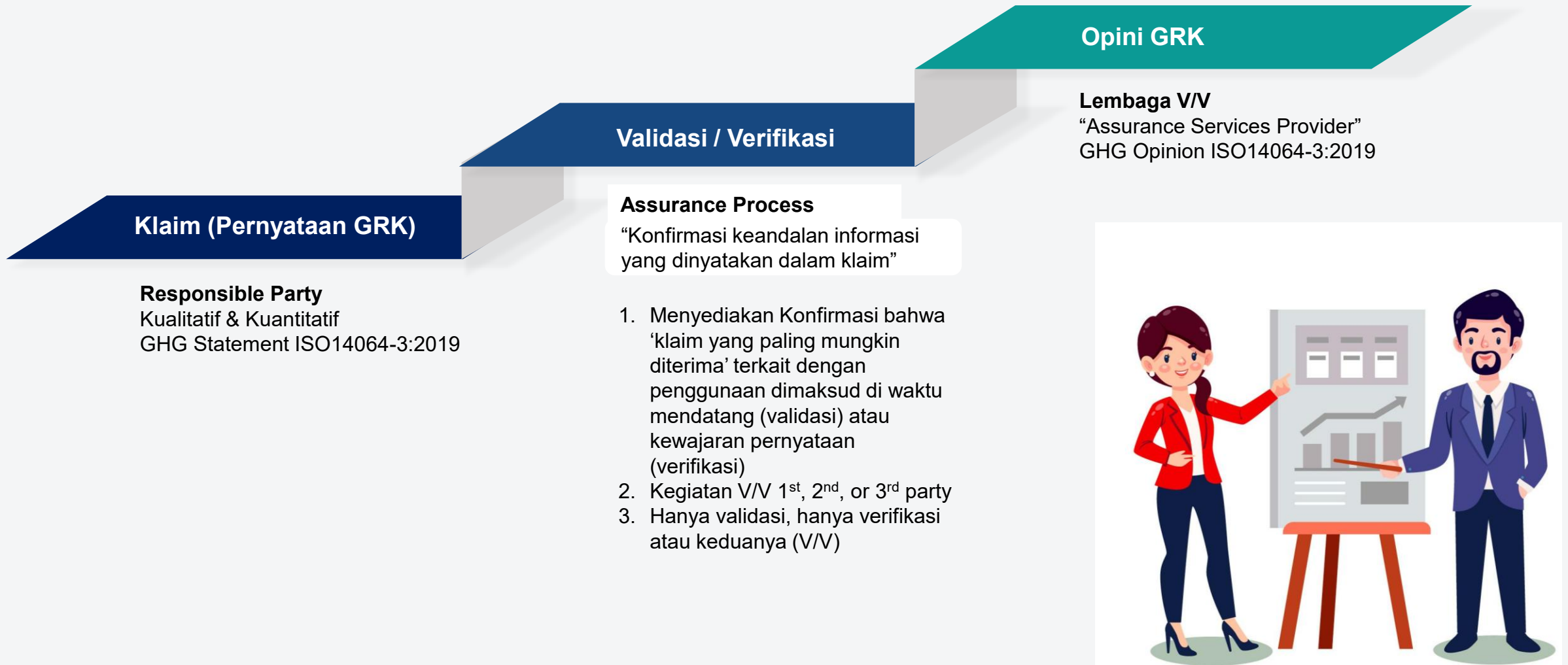
Prinsip Penggunaan dan Pengembangan

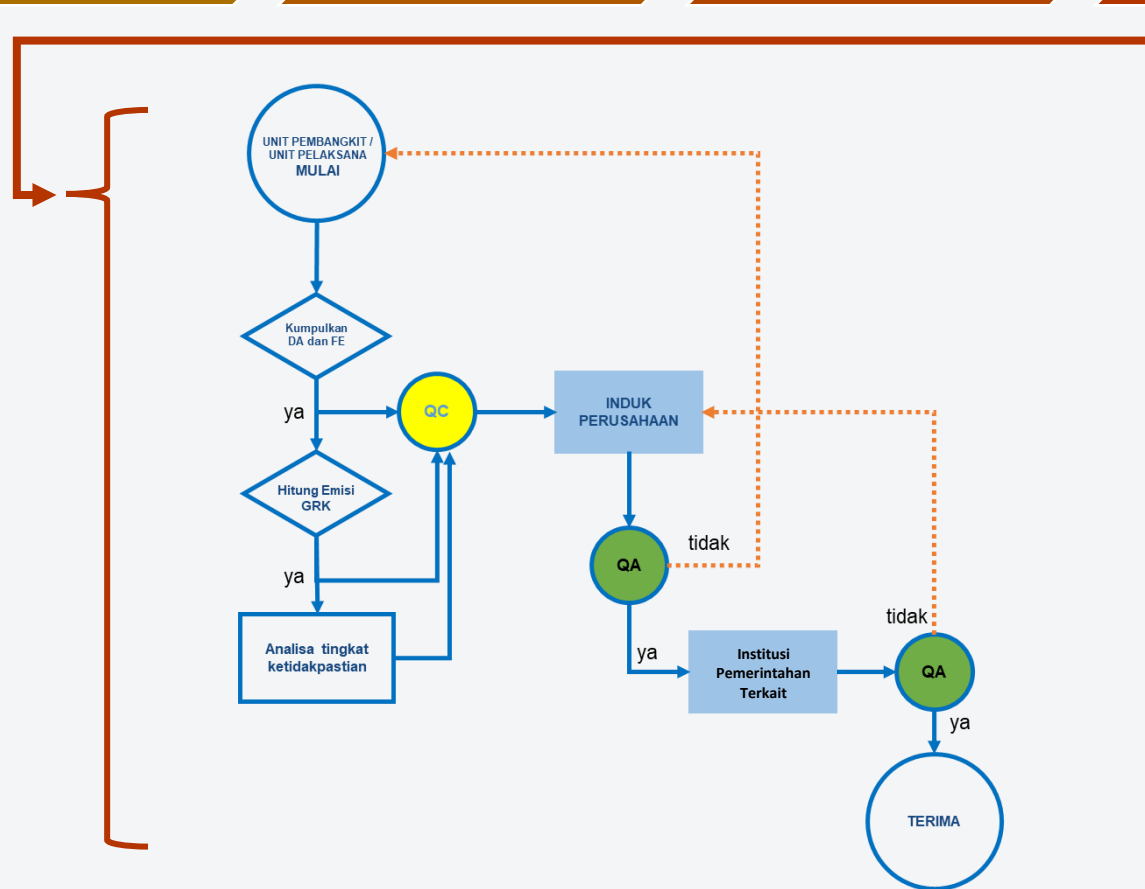
- Terdapat 6 prinsip dasar pelaporan dan kuantifikasi emisi GRK tingkat Proyek
- Proyek GRK harus memberikan penyajian yg 'wajar' & perhitungan yg 'kredibel & berimbang'
- Prinsip membentuk dasar 'justifikasi & penjelasan' yg diperlukan dalam standar dan pengguna sebaiknya merujuk pd prinsip yg relevan dan bagaimana prinsip diterapkan.
- Penerapan prinsip sebaiknya holistik, dimana setiap prinsip dipertimbangkan dalam konteks maksud keseluruhan dari klausul tertentu.
- Penerapan setiap prinsip bervariasi tergantung pd sifat penilaian yg dilakukan.
- Prinsip bersifat umum utk ISO 14064-1 dan unik untuk standar ISO 14064-2



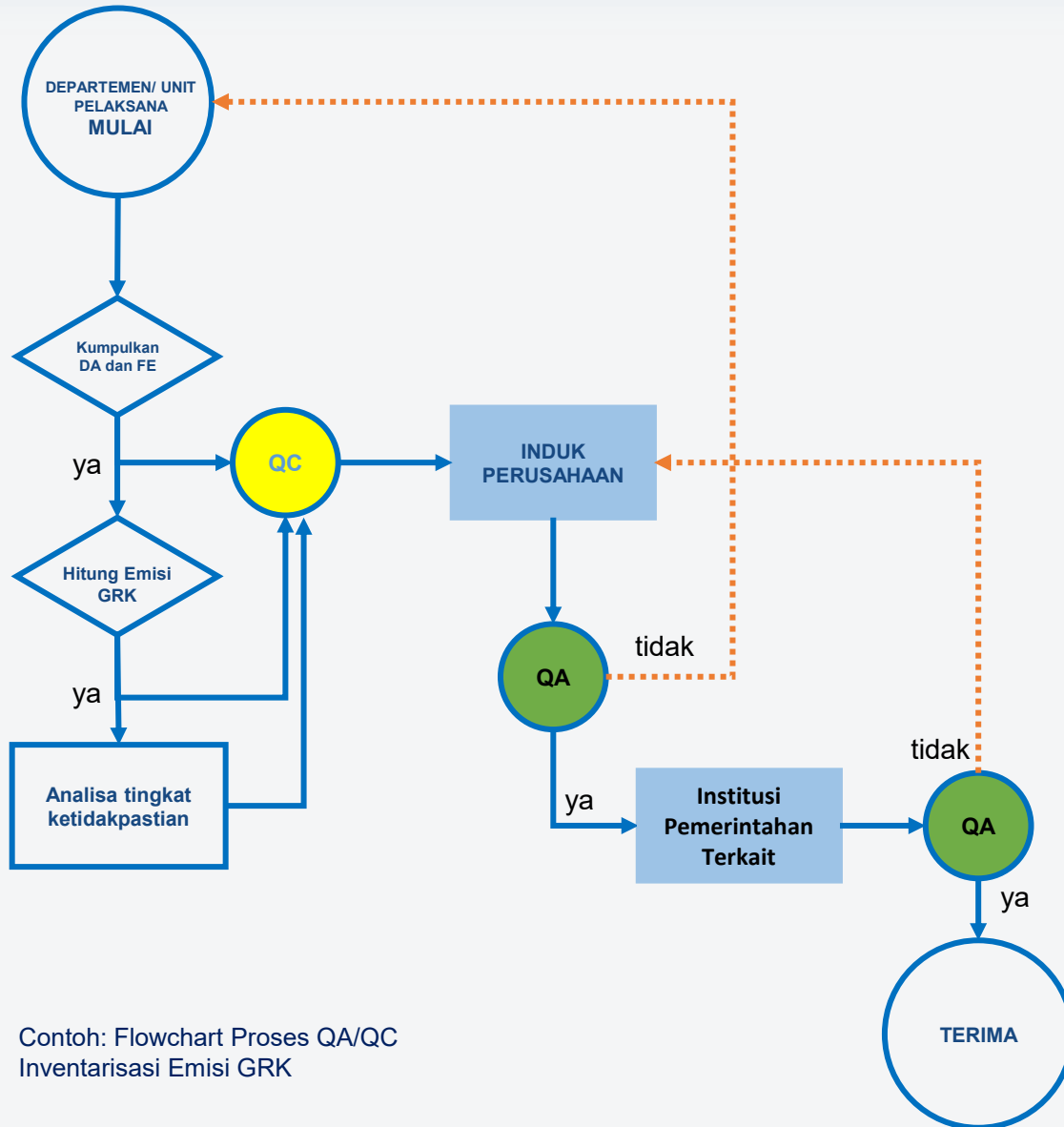








Flowchart Proses QA/QC Inventarisasi Emisi GRK



Contoh: Flowchart Proses QA/QC Inventarisasi Emisi GRK

Kontrol Kualitas (QC)



QC merupakan sistem pelaksanaan kegiatan yang dilakukan oleh tim/personil yang ditunjuk dan bertanggung jawab **untuk menilai & memelihara kualitas data yang dikumpulkan dalam kuantifikasi emisi GRK organisasi**

Sistem QC dirancang untuk:

- Menyediakan mekanisme pemeriksaan rutin dan konsisten terhadap data
- Melakukan identifikasi kesalahan, anomali & kehilangan data
- Melakukan dokumentasi, archiving data & informasi untuk kuantifikasi emisi GRK

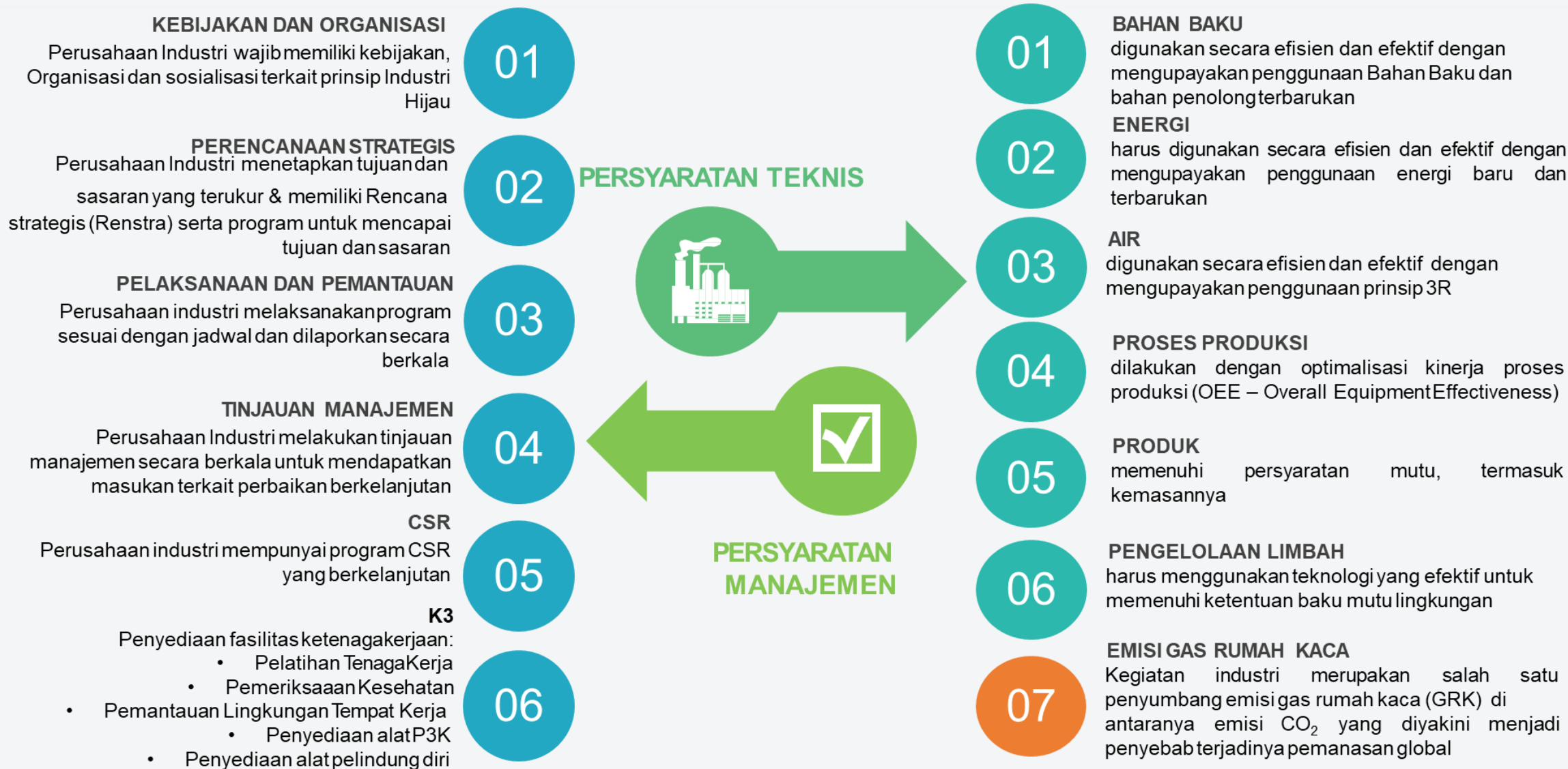
Pemastian Kualitas (QA)



QA merupakan sebuah sistem yang dikembangkan dan dilaksanakan **untuk melakukan tinjauan dan validasi atas hasil kuantifikasi emisi GRK**. Proses QA dilakukan setelah proses QC dilewati

Sistem QA dirancang untuk:

- Memvalidasi dan memverifikasi hasil kuantifikasi emisi GRK sesuai dengan pedoman dan Inventory Management Plan Organisasi
- Hasil program QC yang efektif akan mendukung juga efektivitas proses QA



Terimakasih