POKJA
KALKULATOR HIJAU

KALKULATOR
HIJAU v.2

KONSEP DAN PANDUAN

Aplikasi Penghitungan Emisi Bagi Perbankan dan Pelaku Usaha



2026



KALKULATOR HIJAU



Penafian / Disclaimer

1. Kalkulator Hijau merupakan *living tools* yang akan dilakukan pembaharuan secara berkala. Ke depannya, ruang lingkup pengembangan Kalkulator Hijau akan terus diperluas secara bertahap agar sejalan dengan perkembangan global.
2. Metodologi dalam Kalkulator Hijau sejalan dengan standar internasional yang dikeluarkan oleh IPCC, GHG Protocol, dan PCAF.
3. Data dan faktor emisi yang digunakan dalam Kalkulator Hijau telah divalidasi untuk menjaga akurasi dan akuntabilitas.
4. Kalkulator Hijau dapat digunakan secara *voluntary* oleh perbankan dan pelaku usaha dengan aktivitas penghasil emisi karbon yang masuk dalam cakupan Kalkulator Hijau.
5. Untuk perusahaan yang memiliki aktivitas penghasil emisi karbon di luar cakupan Kalkulator Hijau dan perusahaan yang terkena kewajiban penghitungan emisi karbon secara lebih ketat (antara lain, terkait perdagangan karbon), maka perusahaan tersebut dapat menghitung emisi karbon dengan metode lain.

Masukan dan pertanyaan dapat disampaikan melalui surat elektronik (e-mail) kepada:

bicara@bi.go.id atau hubungi **BICARA 131**

Kata Pengantar
Deputi Gubernur Senior Bank Indonesia

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, aplikasi Kalkulator Hijau dapat dikembangkan dan diselesaikan dengan baik. Kalkulator Hijau merupakan infrastruktur pendukung dalam penghitungan emisi karbon yang terakurat, terstandar, dan terpercaya untuk memperkuat ekosistem ekonomi dan keuangan berkelanjutan di Indonesia.

Perubahan iklim telah berkembang menjadi risiko sistemik yang semakin nyata dan material terhadap perekonomian global maupun domestik, serta berimplikasi langsung pada stabilitas sistem keuangan. Risiko fisik akibat meningkatnya intensitas bencana, serta risiko transisi menuju ekonomi rendah karbon, menuntut respons kebijakan yang terintegrasi, *forward-looking*, dan berbasis data yang kredibel serta terstandar.

Dalam kerangka tersebut, penguatan Keuangan Berkelanjutan menjadi bagian penting dari upaya menjaga stabilitas sistem keuangan. Ketersediaan data emisi karbon yang andal dan dapat diperbandingkan merupakan fondasi utama dalam mengukur dan mengelola risiko iklim, serta dalam mengarahkan alokasi pembiayaan menuju aktivitas ekonomi yang lebih berkelanjutan. Oleh karena itu, pengembangan infrastruktur data menjadi agenda strategis dalam kebijakan makroprudensial ke depan.

Sejalan dengan hal tersebut, Bank Indonesia bersama Kementerian Keuangan dan Otoritas Jasa Keuangan (OJK) serta Kementerian/Lembaga lain yang tergabung dalam Kelompok Kerja (Pokja) Kalkulator Hijau, telah mengembangkan Kalkulator Hijau sebagai instrumen penghitungan emisi karbon yang terstandar dan mudah digunakan. Pengembangan Kalkulator Hijau v.2 merupakan penyempurnaan dari versi sebelumnya, dengan cakupan yang lebih luas dan metodologi yang lebih komprehensif, sehingga semakin selaras dengan standar internasional serta kebutuhan pelaporan keberlanjutan dan pengelolaan risiko di sektor keuangan.

Buku Panduan Kalkulator Hijau v.2 ini disusun untuk mendukung konsistensi dan standardisasi dalam penghitungan emisi karbon. Lebih dari itu, panduan ini diharapkan dapat memperluas ketersediaan data emisi pada tingkat entitas, yang pada akhirnya akan memperkuat basis analisis dalam perumusan kebijakan, serta menjaga stabilitas sistem keuangan terhadap risiko perubahan iklim.

Ke depan, penguatan kualitas data, peningkatan kapasitas, dan integrasi infrastruktur digital menjadi kunci dalam mendorong transisi menuju ekonomi rendah karbon yang berkelanjutan dengan tetap menjaga stabilitas dan pertumbuhan ekonomi. Akhir kata, kami menyampaikan apresiasi kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pengembangan inisiatif ini. Sinergi yang kuat menjadi kunci dalam mendorong transisi menuju ekonomi rendah karbon yang berkelanjutan.

“Dalam keuangan hijau, dampak dari setiap langkah kita ditentukan oleh seberapa kokoh kemitraan yang kita bangun. Jika satu lembaga mampu menyelesaikan sebuah proyek, maka kekuatan sinergi mampu mentransformasi seluruh tatanan ekonomi menuju masa depan yang berkelanjutan.”

Jakarta, Mei 2026
Deputi Gubernur Senior
Bank Indonesia

Destry Damayanti

Kata Pengantar
Wakil Menteri Keuangan Republik Indonesia

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya, kita dapat menyambut penerbitan dan peluncuran Kalkulator Hijau oleh Bank Indonesia. Kehadiran instrumen ini merupakan langkah penting dan strategis dalam memperkuat fondasi data, metodologi, dan tata kelola untuk mendorong transformasi menuju pembangunan dan sistem keuangan yang lebih berkelanjutan.

Perubahan iklim kini bukan lagi semata-mata isu lingkungan, melainkan telah menjadi risiko yang nyata dan material bagi perekonomian dan sistem keuangan. Hal ini menuntut tersedianya informasi keberlanjutan yang kredibel, terstandar, dan dapat diperbandingkan. Dalam konteks itulah, penghitungan emisi karbon yang lebih sederhana, terstruktur, dan aplikatif menjadi sangat penting, baik bagi pelaku usaha, sektor perbankan, maupun otoritas.

Dari perspektif Kementerian Keuangan, pengembangan Keuangan Berkelanjutan memerlukan lebih dari sekadar komitmen normatif. Dalam kerangka tersebut, Kalkulator Hijau memiliki peran strategis menjembatani kebutuhan pelaku usaha sebagai penyedia data emisi dengan sektor keuangan sebagai pengguna data untuk penilaian risiko, penyusunan strategi dekarbonisasi, serta pengambilan keputusan pembiayaan. Bagi pemerintah, ketersediaan data yang lebih baik juga akan memperkuat perumusan kebijakan berbasis bukti *(evident based)* serta mendukung pembangunan basis data ekonomi dan keuangan berkelanjutan Indonesia.

Penerbitan dan peluncuran Kalkulator Hijau ini mencerminkan kolaborasi dan sinergi antarlembaga. Ke depan, sinergi ini perlu terus diperkuat melalui harmonisasi kebijakan, penguatan standar dan pelaporan keberlanjutan, serta pengaktifan peran Komite Keuangan Berkelanjutan sebagai wahana koordinasi yang efektif.

Kementerian Keuangan menyambut baik penerbitan dan peluncuran Kalkulator Hijau sebagai kontribusi nyata dalam membangun fondasi transisi hijau Indonesia. Instrumen ini diharapkan dapat memperluas akses pelaku usaha terhadap penghitungan emisi yang terstandar, mendukung kebutuhan pelaporan keberlanjutan, serta memperkuat kemampuan sektor keuangan dalam mengarahkan pembiayaan kepada kegiatan yang lebih rendah emisi dan lebih tangguh.

Saya menyampaikan apresiasi kepada Bank Indonesia dan seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pengembangan Kalkulator Hijau ini. Semoga ikhtiar bersama ini menjadi langkah maju dalam memperkuat sinergi kebijakan, meningkatkan kualitas data emisi nasional, dan mempercepat terwujudnya ekonomi Indonesia yang hijau, inklusif, dan berkelanjutan.

Jakarta, Mei 2026
Wakil Menteri Keuangan
Republik Indonesia

Juda Agung

Kata Pengantar
Kepala Eksekutif Pengawas Perbankan Otoritas Jasa Keuangan

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Salam Sejahtera bagi Kita Semua, Shalom, Om Swastiastu, Namo Buddhaya, Salam Kebajikan.

Dengan memanjatkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, kami menyambut hadirnya Buku Kalkulator Hijau Versi 2.0 sebagai tonggak penting dalam memperkokoh fondasi ekonomi hijau nasional. Penghargaan tertinggi kami sampaikan kepada Kelompok Kerja Kalkulator Hijau bersama seluruh mitra yang terlibat, atas dedikasinya dalam menyiapkan instrumen praktis yang dapat dimanfaatkan oleh para pelaku ekonomi di berbagai daerah untuk mempercepat langkah Indonesia menuju ekonomi rendah karbon.

Saat ini, perubahan iklim telah bertransformasi dari sekadar persoalan ekologis menjadi sumber risiko finansial yang dapat mengguncang stabilitas perekonomian. Laporan *State of the Global Climate* 2025 yang diterbitkan oleh *World Meteorological Organization* mengonfirmasi bahwa periode 2015–2025 menjadi dasawarsa dengan suhu tertinggi yang pernah tercatat dalam sejarah peradaban manusia. Di tanah air, dampak nyatanya tampak pada peristiwa Siklon Tropis Senyar pada November 2025 yang menimbulkan banjir bandang di kawasan Utara Sumatera, dengan korban jiwa lebih dari 800 orang, evakuasi terhadap lebih dari satu juta penduduk, serta lumpuhnya roda perekonomian di tiga provinsi terdampak. Pada skala global, *Network for Greening the Financial System* (NGFS) memproyeksikan bahwa absennya mitigasi yang memadai berpotensi menggerus PDB dunia hingga 30% di akhir abad ini, bahkan mencapai 50% pada skenario tail risks.

Sebagai salah satu garda terdepan penjaga stabilitas sistem keuangan nasional, Otoritas Jasa Keuangan meyakini bahwa daya tahan ekonomi tidak dapat lagi dipisahkan dari daya tahan ekologis. Sejak 2023, OJK secara proaktif telah memasukkan Manajemen Risiko Iklim ke dalam kerangka Pengawasan Berbasis Risiko (*Risk-Based Supervision*). Melalui *Climate Risk Management and Scenario Analysis* (CRMS), industri perbankan nasional didorong untuk memetakan risiko iklim sekaligus mengintegrasikannya dalam strategi bisnis dan pembiayaan. Dalam kerangka CRMS ini, OJK telah memperkenalkan metode pengukuran emisi karbon sebagai bagian yang terintegrasi dengan metode CRMS secara keseluruhan. Secara bertahap, CRMS telah mendorong perbankan memiliki *awareness* terhadap emisi karbon dan risiko iklim serta menginternalisasi ke dalam target penurunan emisi karbon operasional dan pembiayaannya. Dalam upaya strategis ini, OJK juga telah memiliki Taksonomi Keuangan Berkelanjutan Indonesia (TKBI) yang berfungsi sebagai acuan ilmiah yang mengarahkan distribusi modal ke pembiayaan berkelanjutan dan menjaga sektor keuangan dari praktik *greenwashing* dengan standar nasional yang berintegritas di mata dunia. Di sisi lain, bersama dengan beroperasinya Bursa Karbon yang memberikan harga atas setiap ton emisi yang berhasil diturunkan, seluruh rangkaian kebijakan ini menempatkan OJK tidak semata sebagai pengawas, tetapi sebagai katalisator ekonomi berkelanjutan.

Pada titik ini, kehadiran Kalkulator Hijau Versi 2.0 berperan melengkapi rangkaian infrastruktur keuangan dan ekonomi hijau yang tengah dibangun. Sebagai produk kolaboratif lintas pemangku kepentingan, Kalkulator Hijau dapat berperan berdampingan dengan metodologi pengukuran emisi karbon OJK yang telah terintegrasi dalam kerangka CRMS dan TKBI. Dengan opsi tersebut, perhitungan emisi karbon tidak hanya dapat dilakukan melalui CRMS, tetapi juga melalui Kalkulator Hijau untuk setiap pelaku ekonomi dari skala korporasi hingga unit usaha mikro. Lebih jauh, seluruh instrumen ini ditujukan untuk memperkuat kredibilitas dan transparansi ekosistem pembiayaan transisi serta mendukung pemenuhan kewajiban pelaporan keberlanjutan yang mengacu pada Pernyataan Standar Pelaporan Keberlanjutan (PSPK) 1 dan 2.

Di tengah lanskap risiko iklim yang terus berubah, kemampuan untuk mengukur emisi gas rumah kaca secara cermat tidak lagi dapat dipandang sebagai urusan teknis semata, melainkan telah menjadi pondasi kedaulatan ekonomi berkelanjutan. Ketersediaan alat ukur yang valid dan tepat sasaran merupakan prasyarat fundamental untuk menjalani transisi menuju ekonomi rendah karbon, dan buku ini hadir untuk menjawab kebutuhan tersebut secara aplikatif.

Mengakhiri pengantar ini, kami menyampaikan terima kasih yang tulus kepada seluruh pihak yang telah mencurahkan gagasan dan tenaganya bagi terwujudnya Kalkulator Hijau v.2, serta kepada para mitra di ekosistem keuangan berkelanjutan Indonesia. Harapan kami, buku ini turut mempercepat perjalanan Indonesia menuju ekonomi yang tangguh dan inklusif, sekaligus menjelma sebagai warisan kebijakan strategis (*policy legacy*) bagi kesejahteraan generasi yang akan datang. Selamat membaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Jakarta, Mei 2026
Kepala Eksekutif Pengawas Perbankan
Otoritas Jasa Keuangan

Dian Ediana Rae

Kelompok Kerja Pengarah Kalkulator Hijau

No.	Nama	Jabatan	Peran
1.	**Kurniawan Agung W.**	Direktur Ekonomi-Keuangan Inklusif dan Hijau, Bank Indonesia	KETUA merangkap anggota
2.	**Boby Wahyu**	Direktur Kerja Sama Multilateral dan Keuangan Berkelanjutan, Kementerian Keuangan	anggota
3.	**Joko Siswanto**	Direktur Direktorat Keuangan Berkelanjutan, Otoritas Jasa Keuangan	anggota
4.	**Fajar Nuradi**	Asisten Deputi Produksi Pangan dan Perubahan Iklim, Kementerian Koordinator Bidang Pangan	anggota
5.	**Meinarti Fauzie**	Asisten Deputi Konektivitas Berkelanjutan, Kementerian Koordinator Bidang Infrastruktur dan Pembangunan Kewilayahan	anggota
6.	**Mitta Ratna Djuwita**	Direktur Inventarisasi GRK dan MPV, Kementerian Lingkungan Hidup	anggota
7.	**Nizhar Marizi**	Direktur Lingkungan Hidup, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas	anggota
8.	**Tatan Rustandi**	Kepala Pusat Pengelolaan Transportasi Berkelanjutan, Kementerian Perhubungan	anggota
9.	**Eri Budiono**	Direktur Utama, Bank Neo Commerce Indonesia	anggota
10.	**Muhammad Saifullah**	Ketua Forum Pembiayaan Masyarakat Transportasi Indonesia	anggota
11.	**Kuki Soejachmoen**	Direktur Eksekutif, Indonesia Research Institute for Decarbonization	anggota
12.	**Nugroho Adi Sasongko**	Kepala Pusat Riset Sistem Industri dan Manufaktur Berkelanjutan, Badan Riset dan Inovasi Nasional	anggota

Kelompok Kerja Pengembang Kalkulator Hijau

No.	Nama	Jabatan	Peran
1.	**Heru Rahadyan**	Deputi Direktur Ekonomi-Keuangan Inklusif dan Hijau, Bank Indonesia	KETUA merangkap anggota
2.	**Irwan Dharmawan**	Analis Kebijakan Ahli Madya, Direktorat Kerja Sama Milateral dan Keuangan Berkelanjutan, Kementerian Keuangan	anggota
3.	**Jarot Suroyo**	Deputi Direktur Direktorat Keuangan Berkelanjutan, Otoritas Jasa Keuangan	anggota
4.	**Iswiati Utamiputeri**	Analis Kebijakan Ahli Muda, Kementerian Koordinator Bidang Pangan	anggota
5.	**Tahyantho Abdillah**	Analis Kebijakan Ahli Madya, Kementerian Koordinator Bidang Infrastruktur dan Pembangunan Kewilayahan	anggota
6.	**Prasetyadi Utomo**	Pengolah Data dan Informasi, Kementerian Lingkungan Hidup	anggota
7.	**Anna Amalia**	Perencana Ahli Madya Direktorat Lingkungan Hidup, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas	anggota
8.	**Ignatius Dodhy Wibowo**	Kepala Bidang Tata Kelola Lingkungan Hidup Transportasi, Kementerian Perhubungan	anggota
9.	**Monica Yoanita Octavia**	*Senior Vice President* ESG Group, Bank Mandiri	anggota
10.	**Rizkia Sari Yudawinata**	Anggota Forum Pembiayaan, Masyarakat Transportasi Indonesia	anggota
11.	**Chrisandini**	*Energi Project Leader*, World Wide Fund (WWF) Indonesia	anggota
12.	**La Ode Muhammad Abdul Wahid**	Anggota Tim Panel Metodologi Gas Rumah Kaca Nasional	anggota

Kelompok Kerja Teknis Kalkulator Hijau

No.	Nama	Jabatan	Peran
1.	**Mega Ramadhanty Chalid**	Deputi Direktur Ekonomi-Keuangan Hijau, Bank Indonesia	Ketua
2.	**Miko Bayuaji**	Asisten Direktur Ekonomi-Keuangan Hijau, Bank Indonesia	Wakil Ketua 1
3.	**Ribka Hanum Haryono**	Asisten Direktur Ekonomi-Keuangan Hijau, Bank Indonesia	Wakil Ketua 2
4.	**Freddy Firmansyah**	Manajer Ekonomi-Keuangan Inklusif dan Hijau, Bank Indonesia	Sekretaris 1
5.	**Anindita Sita Dewi**	Manajer Ekonomi-Keuangan Inklusif dan Hijau, Bank Indonesia	Sekretaris 2
6.	**Budi Adrianto**	Deputi Direktur Pengembangan dan Inovasi Digital, Bank Indonesia	anggota
7.	**Arnita Rishanty**	Asisten Direktur Kebijakan Makroprudensial, Bank Indonesia	anggota
8.	**Ratna Oktriyani**	Manajer Kebijakan Makroprudensial, Bank Indonesia	anggota
9.	**Panji Putra Sitorus**	Manajer Pengembangan dan Inovasi Digital, Bank Indonesia	anggota
10.	**Jody Aria Widjaya**	Asisten Manajer Ekonomi-Keuangan Inklusif dan Hijau, Bank Indonesia	anggota
11.	**Melyana Nur Ainni**	Asisten Manajer Ekonomi-Keuangan Inklusif dan Hijau, Bank Indonesia	anggota
12.	**Abigail Randy Krones**	Asisten Manajer Ekonomi-Keuangan Inklusif dan Hijau, Bank Indonesia	anggota
13.	**Honesty Saffira Putri**	Asisten Manajer Ekonomi-Keuangan Inklusif dan Hijau, Bank Indonesia	anggota
14.	**Nabil Ghiffari Rahadyatmo**	Asisten Manajer Ekonomi-Keuangan Inklusif dan Hijau, Bank Indonesia	anggota
15.	**Satria Mulia Purnomo**	Asisten Manajer Kebijakan Makroprudensial, Bank Indonesia	anggota
16.	**Ahmad Syarifuddin Randiko**	Asisten Manajer Pengembangan dan Inovasi Digital, Bank Indonesia	anggota
17.	**Retno Hardini Wahyundari**	Pelaksana Ekonomi-Keuangan Inklusif dan Hijau, Bank Indonesia	anggota
18.	**Nabila Sadelina**	Calon Pegawai Stk. Manajer Ekonomi-Keuangan Inklusif dan Hijau, Bank Indonesia	anggota
19.	**Widianingsih**	Stk. Asisten Manajer Ekonomi-Keuangan Inklusif dan Hijau, Bank Indonesia	anggota
20.	**Fadel Ahmad Mustary**	Stk. Asisten Manajer Ekonomi-Keuangan Inklusif dan Hijau, Bank Indonesia	anggota
21.	**Hilya Jannatul Imron**	Stk. Asisten Manajer Ekonomi-Keuangan Inklusif dan Hijau, Bank Indonesia	anggota
22.	**Nindya Atsmara**	Stk. Pelaksana Ekonomi-Keuangan Inklusif dan Hijau, Bank Indonesia	anggota

Daftar Isi

Penafian / Disclaimer iii
Kata Pengantar Deputi Gubernur Senior Bank Indonesia iv
Kata Pengantar Wakil Menteri Keuangan Republik Indonesia v
Kepala Eksekutif Pangawas Perbankan Otoritas Jasa Keuangan vi
Kelompok Kerja Pengarah Kalkulator Hijau viii
Kelompok Kerja Pengembang Kalkulator Hijau viii
Kelompok Kerja Teknis Kalkulator Hijau ix
Daftar Isi x
Daftar Gambar xii
Daftar Tabel xii
Ringkasan Eksekutif xiii

BAB 1 • PENDAHULUAN

1.1. Perubahan Iklim dan Implikasinya 2
1.2. Peran Perbankan dalam Keuangan Berkelanjutan 4
1.3. Standar Pengungkapan Keberlanjutan sebagai Kerangka Penyediaan Data 6
1.4. Data Emisi Karbon sebagai Fondasi Kebijakan Keuangan Berkelanjutan 8

BAB 2 • PRINSIP DAN STANDAR KUANTIFIKASI EMISI GRK

2.1. Kerangka Global dan Batasan Penghitungan Emisi GRK 12
2.2. Klasifikasi *Scope* 1, *Scope* 2, dan *Scope* 3 serta Cakupan Kalkulator Hijau 14
2.3. Pendekatan Faktor Emisi dan Metodologi Penghitungan 17

BAB 3 • PENGHITUNGAN EMISI *SCOPE* 1: EMISI LANGSUNG DARI BAHAN BAKAR

3.1. *Scope* 1.1 Mesin Bakar Statis 20
3.2. *Scope* 1.2 Mesin Bakar Bergerak 23
3.2.1. Berbasis Konsumsi BBM 24
3.2.2. Berbasis Jarak Tempuh Non Standar 26
3.2.3. Berbasis Jarak Tempuh Terstandar 28

BAB 4 • PENGHITUNGAN EMISI *SCOPE* 2: EMISI TIDAK LANGSUNG DARI KONSUMSI LISTRIK 32

BAB 5 ▪ PENGHITUNGAN EMISI *SCOPE* 3: EMISI TIDAK LANGSUNG DARI PERJALANAN DINAS

5.1. Perjalanan Dinas Menggunakan Pesawat Terbang 42
5.2. Perjalanan Dinas Menggunakan Kereta Api 45
5.3. Perjalanan Dinas Menggunakan Akomodasi Hotel 47

BAB 6 ▪ PENGHITUNGAN EMISI *SCOPE* 3: EMISI TIDAK LANGSUNG DARI EMISI YANG DIBIAYAI

6.1. Prinsip Penggunaan Data 53
6.2. Penghitungan Emisi Kredit Usaha/Proyek 54
6.2.1. Pendekatan Berdasarkan Data Emisi yang Dilaporkan 54
6.2.2. Pendekatan Berdasarkan Emisi Aktivitas Ekonomi 56
6.3. Kredit Properti 60
6.4. Kredit Kendaraan Bermotor Pribadi 62
6.5. Surat Berharga Negara (SBN) 65
6.6. Saham/Obligasi Publik dan Privat 68

BAB 7 ▪ PENGHITUNGAN EMISI *SCOPE* 4: PENGURANGAN EMISI

7.1. Pengurangan Emisi dari *Carbon Offset* 72
7.2. Pengurangan Emisi dari Penggunaan Kendaraan Listrik 73
7.3. Pengurangan Emisi dari Penggunaan Listrik EBT 75
7.4. Pengurangan Emisi dari Pemberian Kredit Kendaraan Bermotor Listrik 77
7.5. Pengurangan Emisi dari Kepemilikan Surat Berharga Hijau 79

BAB 8 ▪ PENUTUP

8.1. Kesimpulan 82
8.2. Pemanfaatan Kalkulator Hijau 82
8.3. Keterbatasan dan Pengembangan Ke Depan 83
8.4. Penutup 83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tren Kerugian Ekonomi Global dan Proyeksi Dampak Perubahan Iklim 2
Gambar 2. Peran Perbankan dalam Keuangan Berkelanjutan 4
Gambar 3. Mandat Otoritas dalam Pengembangan Keuangan Berkelanjutan 5
Gambar 4. Kerangka Standar Pengungkapan Keberlanjutan (PSPK 1 dan PSPK 2) 7
Gambar 5. Peran Data Emisi dalam Kerangka Kebijakan Keuangan Berkelanjutan dan Analisis Risiko Iklim 9
Gambar 6. Survei Penggunaan Kalkulator Hijau v.1 terhadap 105 Bank pada Tahun 2025 10
Gambar 7. Sistem Tier dalam Penghitungan Emisi GRK 13
Gambar 8. Klasifikasi Emisi GRK (Scope 1, Scope 2, dan Scope 3) 14

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Pilihan Jenis Bahan Bakar, Satuan, dan Faktor Emisi untuk Mesin Bakar Statis 21
Tabel 2. Format Kertas Kerja Mesin Bakar Statis 21
Tabel 3. Pilihan Jenis Bahan Bakar, Satuan, dan Faktor Emisi untuk Kendaraan Berbasis Konsumsi BBM 24
Tabel 4. Format Kertas Kerja Kendaraan Berbasis Konsumsi BBM 24
Tabel 5. Format Kertas Kerja Kendaraan Berbasis Jarak Tempuh Non Standar 26
Tabel 6. Kategori Kendaraan, Efisiensi Standar, dan Faktor Emisi untuk Kendaraan Berbasis Jarak Tempuh Terstandar 29
Tabel 7. Format Kertas Kerja Kendaraan Berbasis Jarak Tempuh Terstandar 29
Tabel 8. Faktor Emisi Listrik Nasional dan Spasial 33
Tabel 9. Format Kertas Kerja Konsumsi Listrik 38
Tabel 10. Faktor Emisi Perjalanan Dinas Pesawat Dalam Negeri 43
Tabel 11. Faktor Emisi Perjalanan Dinas Pesawat Luar Negeri 43
Tabel 12. Format Kertas Kerja Perjalanan Dinas Menggunakan Pesawat Terbang 43
Tabel 13. Faktor Emisi Perjalanan Dinas Menggunakan Kereta Api 46
Tabel 14. Format Kertas Kerja Perjalanan Dinas Menggunakan Kereta Api 46
Tabel 15. Faktor Emisi Akomodasi Hotel 48
Tabel 16. Format Kertas Kerja Perjalanan Dinas Menggunakan Akomodasi Hotel 49
Tabel 17. Klasifikasi Kualitas Data Financed Emissions (PCAF) 53
Tabel 18. Format Kertas Kerja Kredit Usaha/Proyek - Berdasarkan Emisi yang Dilaporkan 55
Tabel 19. Faktor Emisi Berdasarkan Sektor Lapangan Usaha 58
Tabel 20. Format Kertas Kerja Kredit Usaha – Berdasarkan Emisi Aktivitas Ekonomi 58
Tabel 21. Faktor Emisi Operasional Properti 61
Tabel 22. Format Kertas Kerja kredit properti 61
Tabel 23. Faktor Emisi Operasional Kendaraan untuk Kredit Kendaraan Bermotor Pribadi 63
Tabel 24. Format Kertas Kerja Kredit Kendaraan Bermotor Pribadi 63
Tabel 25. Faktor Emisi SBN Negara 66
Tabel 26. Format Kertas Kerja Surat Berharga Negara (SBN) 66
Tabel 27. Format Kertas Kerja Saham/Obligasi Publik dan Privat 68
Tabel 28. Format Kertas Kerja Carbon Offset 72
Tabel 29. Kategori Kendaraan Listrik 74
Tabel 30. Format Kertas Kerja Penggunaan Kendaraan Listrik 74
Tabel 31. Format Kertas Kerja Penggunaan EBT 76
Tabel 32. Faktor Emisi Operasional Kendaraan untuk Kredit Kendaraan Bermotor Listrik 78
Tabel 33. Format Kertas Kerja Kredit Kendaraan Bermotor Listrik Pribadi 78
Tabel 34. Format Kertas Kerja Surat Berharga Hijau 80

Ringkasan Eksekutif

Perubahan iklim telah berkembang menjadi risiko yang semakin nyata dan material bagi perekonomian dan sistem keuangan. Dampaknya tidak hanya tercermin dalam meningkatnya frekuensi kejadian cuaca ekstrem dan kerugian ekonomi, tetapi juga melalui risiko transisi menuju ekonomi rendah karbon yang memengaruhi nilai aset, model bisnis, preferensi konsumen, serta arah pembiayaan. Dalam konteks tersebut, kebutuhan akan informasi keberlanjutan yang kredibel, terstandar, dan dapat diperbandingkan menjadi semakin mendesak.

Untuk menjawab kebutuhan tersebut, **Kelompok Kerja Kalkulator Hijau** yang mewakili berbagai Kementerian/ Lembaga, Akademisi, Praktisi, dan Lembaga Swadaya Masyarakat mengembangkan Kalkulator Hijau sebagai instrumen penghitungan emisi karbon yang sederhana, terstruktur, dan aplikatif. Versi awal, Kalkulator Hijau v.1 yang diluncurkan pada tahun 2024, telah memperoleh adopsi luas dan menjadi salah satu alat yang paling banyak digunakan oleh perbankan dalam menghitung emisi karbonnya. Keberhasilan tersebut menjadi fondasi pengembangan lebih lanjut melalui Kalkulator Hijau v.2, yang menghadirkan cakupan dan metodologi yang lebih komprehensif serta relevan dengan kebutuhan pelaku usaha dan sektor keuangan.

Panduan ini menempatkan Kalkulator Hijau v.2 tidak hanya sebagai alat teknis, tetapi sebagai bagian dari infrastruktur data dalam ekosistem Keuangan Berkelanjutan. Bagi pelaku usaha, kalkulator ini memfasilitasi penyusunan inventarisasi emisi dan pelaporan keberlanjutan. Bagi sektor perbankan dan lembaga keuangan, data emisi menjadi dasar untuk menilai risiko iklim debitur, menyusun strategi dekarbonisasi portofolio, serta menghitung emisi yang dibiayai (*financed emissions*).

Secara metodologis, panduan ini mengadopsi prinsip-prinsip internasional yang selaras dengan GHG Protocol, ISO 14064-1:2018, serta standar pengungkapan seperti IFRS S1 dan IFRS S2. Pendekatan yang digunakan berbasis aktivitas (*activity-based approach*), dengan penekanan pada keseimbangan antara akurasi dan kemudahan implementasi. Dalam hal ini, penggunaan faktor emisi *tier* 2 didorong sebagai pendekatan utama karena memberikan kombinasi optimal antara ketepatan, ketersediaan data, dan kemudahan penerapan. Prinsip konsistensi, transparansi, dan keterlacakan data menjadi fondasi utama agar hasil penghitungan dapat digunakan secara luas dan dapat diaudit.

Cakupan Kalkulator Hijau v.2 dikembangkan secara bertahap namun strategis, meliputi:
- **Scope 1: emisi langsung dari penggunaan mesin bakar statis dan bergerak;**
- **Scope 2: emisi tidak langsung dari konsumsi listrik;**
- **Scope 3: emisi perjalanan dinas dan emisi yang dibiayai; serta**
- **pengenalan Scope 4 sebagai pengurangan emisi, termasuk carbon offset, penggunaan energi baru terbarukan, penggunaan kendaraan listrik, pemberian kredit kendaraan bermotor listrik, dan kepemilikan surat berharga hijau.**

Untuk perjalanan dinas udara, panduan ini menggunakan metodologi yang selaras dengan standar ICAO dan dikalibrasi dengan kondisi operasional Indonesia, sehingga menghasilkan faktor emisi yang lebih representatif dan aplikatif. Sementara itu, untuk emisi yang dibiayai, pendekatan yang digunakan mengacu pada GHG Protocol *Scope* 3 kategori 15 dan metodologi PCAF, dengan prinsip atribusi proporsional serta hierarki kualitas data.

Secara keseluruhan, Buku Panduan Kalkulator Hijau v.2 merupakan langkah strategis dalam mendorong standardisasi penghitungan emisi karbon di Indonesia. Panduan ini menjembatani kebutuhan pelaku usaha, sektor keuangan, dan otoritas dalam menghasilkan data emisi yang andal, konsisten, dan dapat digunakan untuk berbagai tujuan—mulai dari pelaporan keberlanjutan, pengelolaan risiko iklim, hingga perumusan kebijakan.

Ke depan, efektivitas implementasi akan bergantung pada peningkatan kualitas data aktivitas, pengayaan faktor emisi yang lebih spesifik sektor, serta integrasi dengan sistem digital dan sumber data eksternal, sehingga Kalkulator Hijau dapat berkembang sebagai fondasi utama dalam ekosistem data keuangan berkelanjutan di Indonesia.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1
PENDAHULUAN



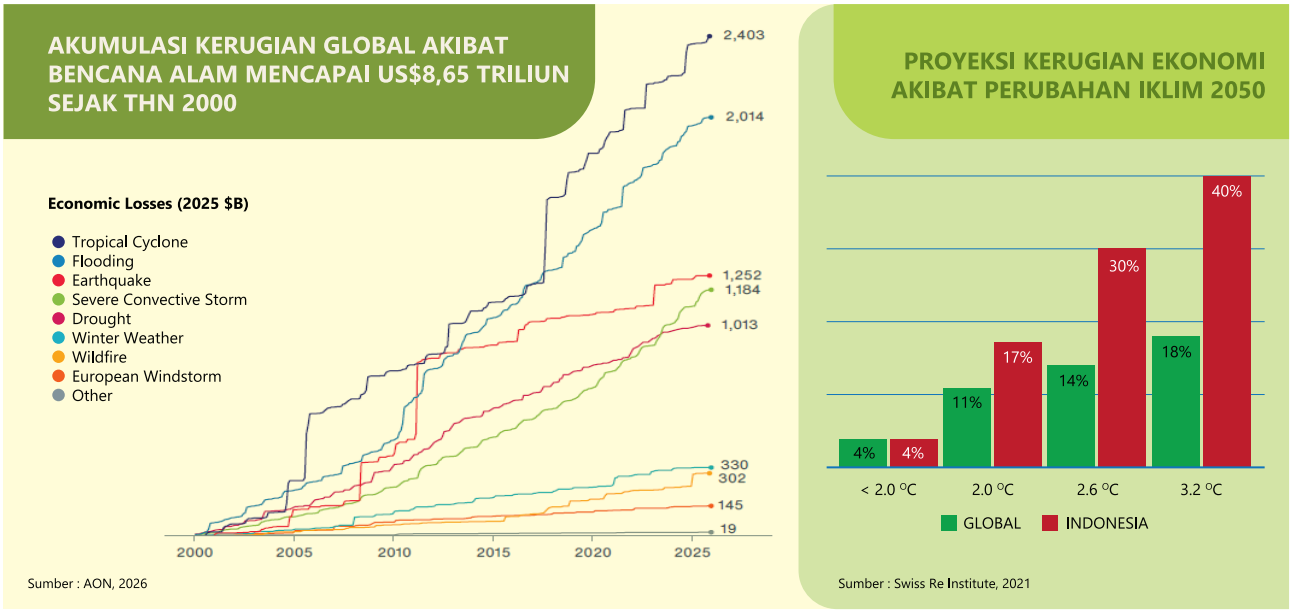
BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Perubahan Iklim dan Implikasinya

Perubahan iklim merupakan tantangan global utama yang berdampak luas terhadap stabilitas ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) sejak revolusi industri—yang didorong oleh penggunaan energi berbasis bahan bakar fosil, perubahan tata guna lahan, serta aktivitas industri—telah menyebabkan kenaikan suhu permukaan bumi secara signifikan. Kenaikan suhu global tersebut meningkatkan frekuensi dan intensitas kejadian cuaca ekstrem, seperti banjir, kekeringan, badai, dan gelombang panas. Dampak tersebut tidak hanya bersifat lingkungan, tetapi juga menimbulkan konsekuensi ekonomi yang signifikan, termasuk gangguan produksi, disrupsi rantai pasok, kerusakan infrastruktur, dan penurunan produktivitas di berbagai sektor.

Sejak tahun 2000, akumulasi kerugian global akibat bencana alam diperkirakan telah mencapai lebih dari USD 8,65 triliun dan terus menunjukkan tren peningkatan. Tanpa upaya mitigasi yang memadai, kerugian ekonomi akibat perubahan iklim berpotensi meningkat secara signifikan di masa mendatang. Sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 1**, tren kerugian ekonomi global akibat bencana alam terus meningkat dan diperkuat oleh proyeksi dampak perubahan iklim terhadap perekonomian. Hal ini menunjukkan bahwa risiko perubahan iklim tidak lagi bersifat jangka panjang, melainkan telah menjadi risiko yang nyata dan material.

Gambar 1. Tren Kerugian Ekonomi Global dan Proyeksi Dampak Perubahan Iklim

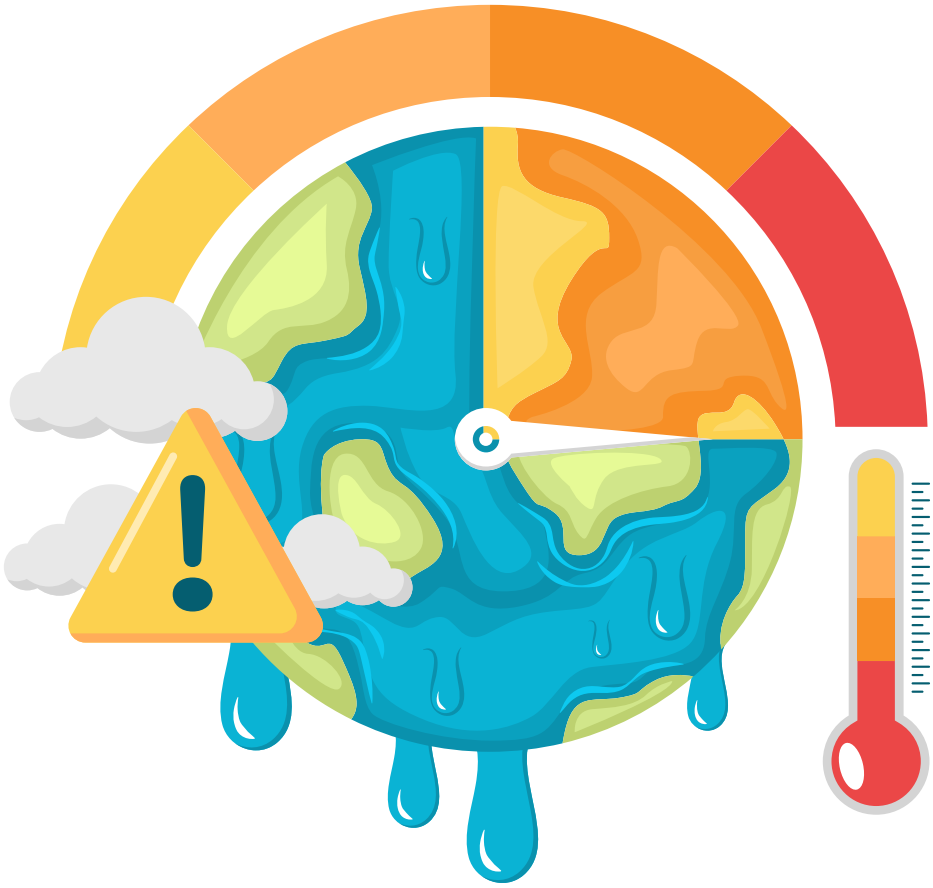


Bagi Indonesia, dampak perubahan iklim menjadi semakin signifikan mengingat karakteristiknya sebagai negara kepulauan dengan tingkat eksposur yang tinggi terhadap risiko hidrometeorologi. Ketergantungan pada sektor agraris dan maritim, serta konsentrasi aktivitas ekonomi di wilayah pesisir, meningkatkan kerentanan terhadap gangguan iklim. Kerugian ekonomi akibat perubahan iklim diperkirakan telah melampaui Rp100 triliun per tahun dan berpotensi meningkat secara signifikan apabila tidak dilakukan upaya mitigasi dan adaptasi yang efektif.

Dalam konteks ekonomi dan pembangunan, perubahan iklim memunculkan dua kategori risiko utama, yaitu:

1. **Risiko fisik (*physical risk*)**
   Risiko yang timbul akibat dampak langsung perubahan iklim, seperti kerusakan aset, gangguan operasional, serta penurunan produktivitas pada sektor-sektor yang terdampak.
2. **Risiko transisi (*transition risk*)**
   Risiko yang muncul akibat proses transisi menuju ekonomi rendah karbon, termasuk perubahan kebijakan dan regulasi, perkembangan teknologi, perubahan preferensi pasar, serta potensi penurunan nilai aset pada sektor intensif karbon.

Kedua jenis risiko tersebut dapat berdampak luas terhadap stabilitas ekonomi, baik melalui sektor riil maupun sistem keuangan. Oleh karena itu, pengelolaan risiko perubahan iklim menjadi bagian penting dalam menjaga kesinambungan pertumbuhan ekonomi dan stabilitas sistem keuangan. Dalam konteks tersebut, diperlukan upaya sistematis untuk mengukur, memantau, dan mengelola dampak perubahan iklim, termasuk melalui penyediaan data emisi karbon yang kredibel dan terstandar. Ketersediaan data tersebut menjadi fondasi penting dalam mendukung pengambilan kebijakan serta mendorong transisi menuju ekonomi rendah karbon. Peran sektor keuangan, khususnya perbankan, dalam mendukung proses tersebut akan dibahas lebih lanjut pada subbab berikutnya.

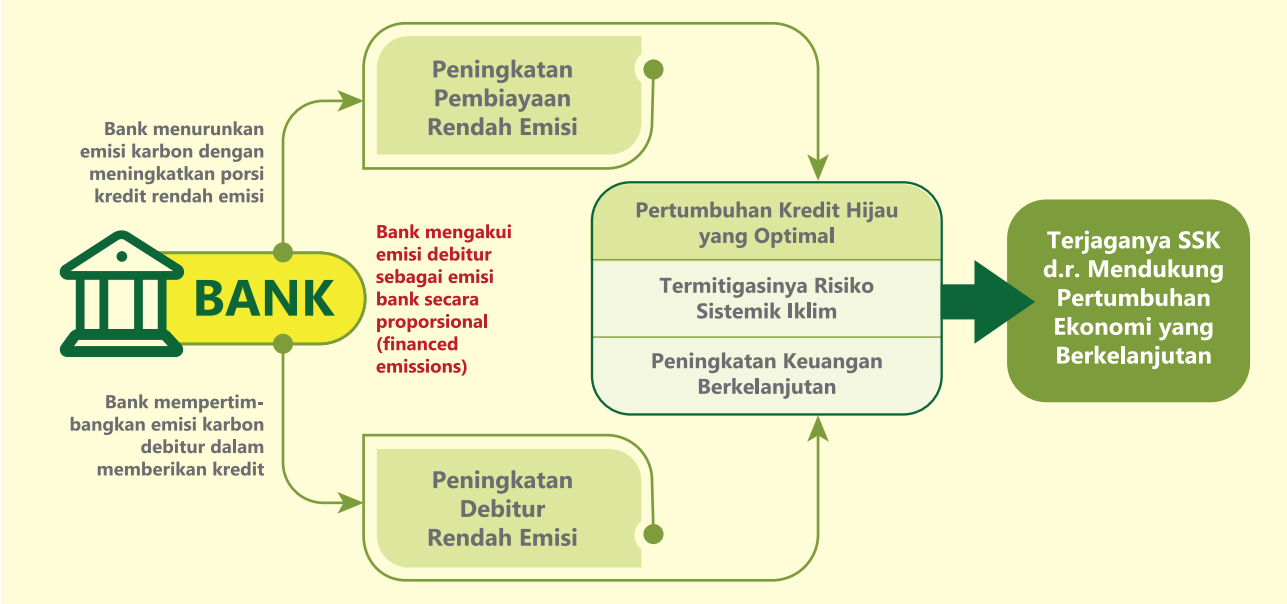


1.2. Peran Perbankan dalam Keuangan Berkelanjutan

Sektor perbankan memiliki peran strategis dalam mendukung transisi menuju ekonomi berkelanjutan. Peran tersebut dijalankan melalui fungsi intermediasi yang mengarahkan aliran pembiayaan ke berbagai sektor ekonomi. Dalam konteks perubahan iklim, keputusan pembiayaan perbankan tidak hanya memengaruhi kinerja ekonomi, tetapi juga menentukan arah emisi karbon nasional.

Sebagaimana diilustrasikan pada **Gambar 2**, perbankan berada pada posisi sentral dalam ekosistem keuangan berkelanjutan. Perbankan berperan sebagai penghubung antara sumber pendanaan dan aktivitas ekonomi riil. Posisi ini memberikan daya ungkit yang signifikan untuk mendorong transformasi menuju praktik usaha yang lebih ramah lingkungan melalui kebijakan pembiayaan dan manajemen risiko.

Gambar 2. Peran Perbankan dalam Keuangan Berkelanjutan



Transformasi menuju ekonomi hijau telah menjadi agenda utama pembangunan nasional, sebagaimana tercermin dalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) serta berbagai kebijakan lintas sektor. Dalam kerangka tersebut, sektor perbankan diposisikan sebagai katalis utama yang mendorong percepatan transisi melalui alokasi pembiayaan yang lebih berkelanjutan. Namun demikian, peran strategis tersebut juga diikuti oleh tantangan yang signifikan. Dalam praktik global, emisi karbon yang terkait dengan sektor perbankan tidak hanya berasal dari aktivitas operasional (*operational emissions*), tetapi terutama dari **emisi yang dibiayai (*financed emissions*)**, yaitu emisi yang dihasilkan oleh debitur atau proyek yang didanai oleh bank dan diatribusikan secara proporsional sebagai bagian dari emisi portofolio pembiayaan bank.

Dengan demikian, profil emisi sektor perbankan sangat dipengaruhi oleh komposisi portofolio pembiayaan. Pembiayaan kepada sektor intensif karbon akan meningkatkan eksposur terhadap risiko transisi dan risiko kredit, sementara pembiayaan kepada sektor rendah emisi dapat meningkatkan ketahanan portofolio dalam jangka panjang. Oleh karena itu, pengelolaan emisi yang dibiayai menjadi salah satu aspek kunci dalam manajemen risiko dan strategi bisnis perbankan.

Dalam kerangka keuangan berkelanjutan, perbankan memiliki dua peran utama yang saling melengkapi:

1. **Peningkatan Pembiayaan Rendah Emisi**
   Mengarahkan pembiayaan ke aktivitas ekonomi yang rendah emisi dan berkelanjutan, termasuk energi terbarukan, efisiensi energi, dan teknologi hijau.

2. **Peningkatan Debitur Rendah Emisi**
   Mendorong debitur untuk meningkatkan kinerja keberlanjutan melalui integrasi aspek lingkungan dalam proses pembiayaan, termasuk pengukuran, pelaporan, dan penurunan emisi karbon.

Pendekatan kedua menjadi semakin penting mengingat sebagian besar emisi yang terkait dengan sektor keuangan berasal dari aktivitas debitur. Dalam hal ini, kemampuan bank untuk memperoleh dan mengelola data emisi debitur menjadi prasyarat utama dalam implementasi Keuangan Berkelanjutan. Sejalan dengan perkembangan global, berbagai standar internasional mendorong peningkatan transparansi pengungkapan emisi, termasuk emisi *Scope* 3 yang mencakup *financed emissions*. Kerangka seperti Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) serta IFRS Sustainability Disclosure Standards (IFRS S1 dan S2) menegaskan bahwa informasi terkait emisi karbon dan risiko iklim merupakan bagian integral dari informasi keuangan yang relevan.

Di Indonesia, penguatan peran sektor keuangan dalam mendukung keberlanjutan didukung oleh kerangka regulasi yang semakin komprehensif. Undang-Undang Pengembangan dan Penguatan Sektor Keuangan (UU PPSK) memberikan mandat kepada otoritas untuk mengembangkan dan mengimplementasikan kebijakan Keuangan Berkelanjutan. Dalam hal ini, Bank Indonesia memiliki kewenangan untuk mengatur dan mengembangkan Keuangan Berkelanjutan dalam kerangka kebijakan makroprudensial, termasuk mendorong integrasi risiko sistemik iklim dalam sistem keuangan. Pelaksanaan mandat tersebut dilakukan melalui koordinasi lintas otoritas, termasuk Kementerian Keuangan dan Otoritas Jasa Keuangan, dalam membangun ekosistem Keuangan Berkelanjutan yang komprehensif.

Sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 3**, pengembangan Keuangan Berkelanjutan melibatkan sinergi antarotoritas dalam pengembangan kebijakan, standar, serta infrastruktur pendukung yang diperlukan untuk mendukung integrasi aspek lingkungan dalam sistem keuangan.

Gambar 3. Mandat Otoritas dalam Pengembangan Keuangan Berkelanjutan



Salah satu elemen kunci dalam ekosistem tersebut adalah ketersediaan data emisi karbon yang kredibel dan terstandar. Tanpa data yang memadai, sektor perbankan akan menghadapi keterbatasan dalam:

- Mengukur emisi yang dibiayai *(financed emissions*),
- Menilai risiko iklim debitur,
- Menyusun strategi dekarbonisasi portofolio pembiayaan, serta
- Memenuhi kebutuhan pengungkapan keberlanjutan.

Dalam konteks ini, diperlukan suatu alat bantu yang mampu menjembatani kebutuhan antara pelaku usaha sebagai penyedia data emisi dan sektor perbankan sebagai pengguna data tersebut. **Kalkulator Hijau** dikembangkan untuk mendukung proses tersebut, dengan menyediakan metode penghitungan emisi yang terstandar, mudah digunakan, dan selaras dengan kebutuhan sektor keuangan. Pada tahap awal, pengembangan Kalkulator Hijau dilakukan oleh kelompok kerja (pokja) yang dibentuk oleh Bank Indonesia. Selanjutnya, seiring dengan terbentuknya Komite Keuangan Berkelanjutan (KKB), pokja ini akan diserahkan kepada KKB.

Dengan demikian, Kalkulator Hijau tidak hanya berfungsi sebagai alat penghitungan emisi. Kalkulator ini juga merupakan bagian dari infrastruktur Keuangan Berkelanjutan. Perannya mendukung integrasi antara pelaku usaha, sektor perbankan, dan otoritas dalam mengelola risiko iklim serta mendorong transisi menuju ekonomi rendah karbon.

1.3. Standar Pengungkapan Keberlanjutan sebagai Kerangka Penyediaan Data

Seiring meningkatnya kebutuhan pembiayaan kegiatan berkelanjutan secara global, komunitas internasional menekankan pentingnya standar pengungkapan keberlanjutan yang konsisten, transparan, dan dapat diperbandingkan. Standar yang seragam menjadi prasyarat untuk memastikan kualitas dan keterbandingan informasi. Tanpa hal tersebut, pelaku pasar keuangan akan kesulitan menilai risiko dan peluang terkait perubahan iklim, sehingga menghambat alokasi modal menuju aktivitas ekonomi berkelanjutan.

Dalam konteks tersebut, Group of Twenty (G20) mendukung pembentukan International Sustainability Standards Board (ISSB) di bawah IFRS Foundation untuk menyusun standar pengungkapan keberlanjutan yang berlaku secara global. ISSB telah menerbitkan dua standar utama, yaitu **IFRS S1 (General Requirements for Disclosure of Sustainability-related Financial Information)** dan **IFRS S2 (Climate-related Disclosures)**, yang mulai berlaku secara internasional sejak 1 Januari 2024, dengan opsi penerapan dini. Standar pengungkapan keberlanjutan global dirancang untuk memastikan bahwa informasi terkait keberlanjutan, khususnya perubahan iklim, dapat diintegrasikan dalam pengambilan keputusan ekonomi dan keuangan. IFRS S1 mengatur persyaratan umum pengungkapan informasi keberlanjutan yang berdampak material terhadap kondisi dan kinerja keuangan entitas. Standar ini mencakup empat pilar utama, yaitu:

1. **Tata kelola (*governance*)**,
2. **Strategi (*strategy*)**,
3. **Manajemen risiko (*risk management*)**, dan
4. **Metrik dan target (*metrics and targets*)**.

Sementara itu, IFRS S2 secara khusus mengatur pengungkapan risiko dan peluang terkait perubahan iklim, termasuk kewajiban pelaporan emisi gas rumah kaca (GRK) dalam ***Scope* 1, *Scope* 2, dan *Scope* 3**. Standar ini menegaskan bahwa informasi emisi karbon merupakan bagian integral dari informasi keuangan yang relevan dalam menilai kinerja, risiko, dan prospek entitas. Dalam konteks sektor keuangan, IFRS S2 juga menekankan pentingnya pengungkapan **emisi yang dibiayai (*financed emissions*)** sebagai bagian dari *Scope* 3. Hal ini menunjukkan bahwa tanggung jawab pengelolaan emisi tidak terbatas pada aktivitas operasional, tetapi juga mencakup aktivitas pembiayaan dan investasi.

Di Indonesia, penguatan standar pengungkapan keberlanjutan dilakukan melalui Pernyataan Standar Pengungkapan Keberlanjutan (PSPK) yang mengadopsi dan menyesuaikan standar internasional dengan kondisi domestik sebagaimana **Gambar 4**. PSPK mendorong entitas untuk mengungkapkan informasi terkait emisi GRK secara komprehensif, termasuk metodologi yang digunakan dalam penghitungan emisi serta keterkaitannya dengan risiko dan strategi bisnis. PSPK juga merekomendasikan penggunaan kerangka **GHG Protocol** sebagai standar utama dalam penghitungan dan pelaporan emisi GRK. Dalam kerangka tersebut, emisi diklasifikasikan ke dalam tiga ruang lingkup utama, yaitu *Scope* 1, *Scope* 2, dan *Scope* 3, yang menjadi dasar dalam penyusunan inventarisasi emisi perusahaan.

Gambar 4. Kerangka Standar Pengungkapan Keberlanjutan (PSPK 1 dan PSPK 2)



Dengan demikian, standar pengungkapan keberlanjutan tidak hanya mengatur kewajiban pelaporan. Standar tersebut juga mensyaratkan ketersediaan data emisi yang akurat, konsisten, dan dapat diverifikasi. Oleh karena itu, entitas perlu memiliki metodologi penghitungan emisi yang jelas dan terstandar.

Namun demikian, dalam praktiknya masih banyak entitas yang menghadapi keterbatasan dalam melakukan penghitungan emisi. Keterbatasan tersebut mencakup aspek ketersediaan data, kapasitas teknis, serta pemahaman metodologi. Kondisi ini menjadi tantangan dalam implementasi standar pengungkapan keberlanjutan secara efektif.

Dalam konteks tersebut, diperlukan alat bantu yang mampu memfasilitasi proses penghitungan emisi secara terstandar dan mudah digunakan. Kebutuhan ini terutama relevan bagi entitas dengan tingkat kompleksitas emisi yang relatif terbatas. Ketersediaan alat bantu tersebut penting untuk memastikan pemenuhan kebutuhan data dalam standar pengungkapan keberlanjutan secara luas dan konsisten.

Dengan demikian, penghitungan emisi karbon menjadi fondasi utama dalam implementasi standar pengungkapan keberlanjutan. Hal ini juga menjadi prasyarat bagi pengelolaan risiko iklim dan pengambilan keputusan di sektor keuangan. Pembahasan lebih lanjut mengenai pentingnya data emisi dalam kerangka kebijakan Keuangan Berkelanjutan disampaikan pada subbab berikutnya.

1.4. Data Emisi Karbon sebagai Fondasi Kebijakan Keuangan Berkelanjutan

Data emisi karbon merupakan fondasi utama dalam pengembangan kebijakan Keuangan Berkelanjutan. Transformasi menuju sistem keuangan yang mendukung ekonomi rendah karbon memerlukan informasi yang terukur, terstandar, dan dapat diperbandingkan (*comparable*). Tanpa ketersediaan data emisi yang kredibel, pengukuran risiko iklim, pengambilan keputusan pembiayaan, dan perumusan kebijakan tidak dapat dilakukan secara efektif.

Seiring dengan meningkatnya perhatian global terhadap risiko iklim, berbagai lembaga internasional telah menekankan pentingnya penguatan data dan transparansi sebagai bagian dari stabilitas sistem keuangan. Dalam konteks ini, Financial Stability Board (FSB) menyusun ***Climate Roadmap*** sebagai kerangka koordinasi global untuk mengintegrasikan risiko iklim ke dalam sistem keuangan. *Climate Roadmap* FSB mencakup empat area utama, yaitu:

1. **Penguatan standar pengungkapan (*firm-level disclosure*)**,
2. **Pengembangan data yang terbuka dan dapat diperbandingkan (*comparable and open-access data*)**,
3. **Analisis kerentanan (*vulnerability analysis*)**, dan
4. **Pendekatan pengawasan dan regulasi (*supervisory and regulatory approaches*)**.

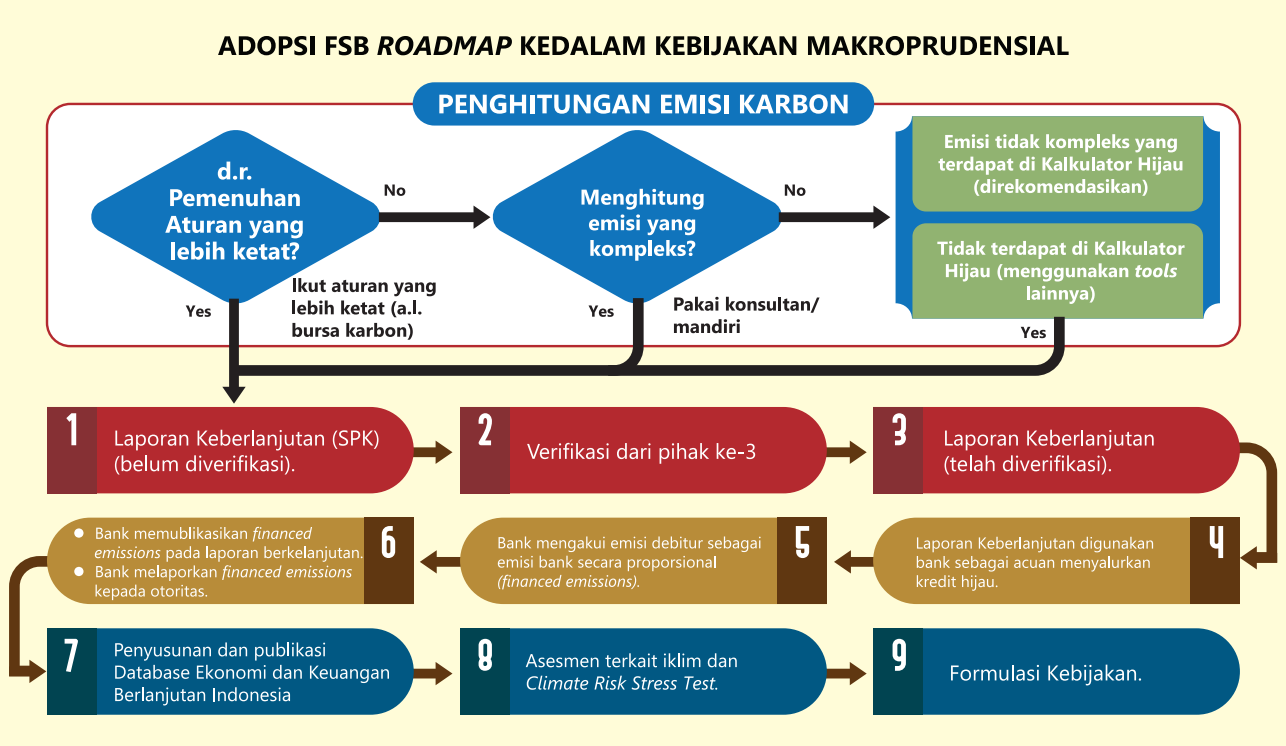
Kerangka tersebut menempatkan **data emisi pada tingkat entitas (*firm-level emissions*)** sebagai elemen kunci dalam keseluruhan sistem. Data yang dihasilkan oleh entitas menjadi input utama dalam berbagai proses lanjutan. Proses tersebut mencakup pengungkapan risiko iklim, analisis ketahanan sektor keuangan, serta perumusan kebijakan oleh otoritas.

Dalam sektor perbankan, data emisi karbon memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung penghitungan **emisi yang dibiayai (*financed emissions*)**. Data emisi debitur digunakan oleh bank untuk **mengukur emisi yang dibiayai, enilai risiko iklim debitur, dan menyusun strategi dekarbonisasi portofolio**.

Secara agregat, data emisi yang dikumpulkan dari berbagai entitas akan membentuk basis data nasional. Basis data ini dapat digunakan oleh otoritas untuk melakukan analisis risiko iklim secara sistemik. Salah satu bentuk analisis tersebut adalah ***Climate Risk Stress Test*** **(CRST)** yang digunakan untuk mengukur ketahanan sektor keuangan terhadap berbagai skenario perubahan iklim.

Sebagaimana diilustrasikan pada **Gambar 5**, data emisi karbon menjadi bagian dari infrastruktur utama dalam perumusan kebijakan Keuangan Berkelanjutan yang responsif terhadap risiko iklim, termasuk dalam mendukung analisis kerentanan dan pengambilan kebijakan berbasis data.

Gambar 5. Peran Data Emisi dalam Kerangka Kebijakan Keuangan Berkelanjutan dan Analisis Risiko Iklim



Meskipun demikian, dalam praktiknya, ketersediaan data emisi karbon pada tingkat entitas masih menghadapi berbagai tantangan, antara lain:

- Keterbatasan kapasitas teknis dalam melakukan penghitungan emisi,
- Keterbatasan akses terhadap faktor emisi yang relevan,
- Variasi metodologi yang digunakan antar entitas, serta
- Rendahnya tingkat standardisasi dan keterbandingan data.

Kondisi tersebut menyebabkan kesenjangan antara kebutuhan data dalam kerangka kebijakan dan ketersediaan data di lapangan. Tanpa intervensi yang tepat, kesenjangan ini dapat menghambat implementasi Keuangan Berkelanjutan secara efektif.

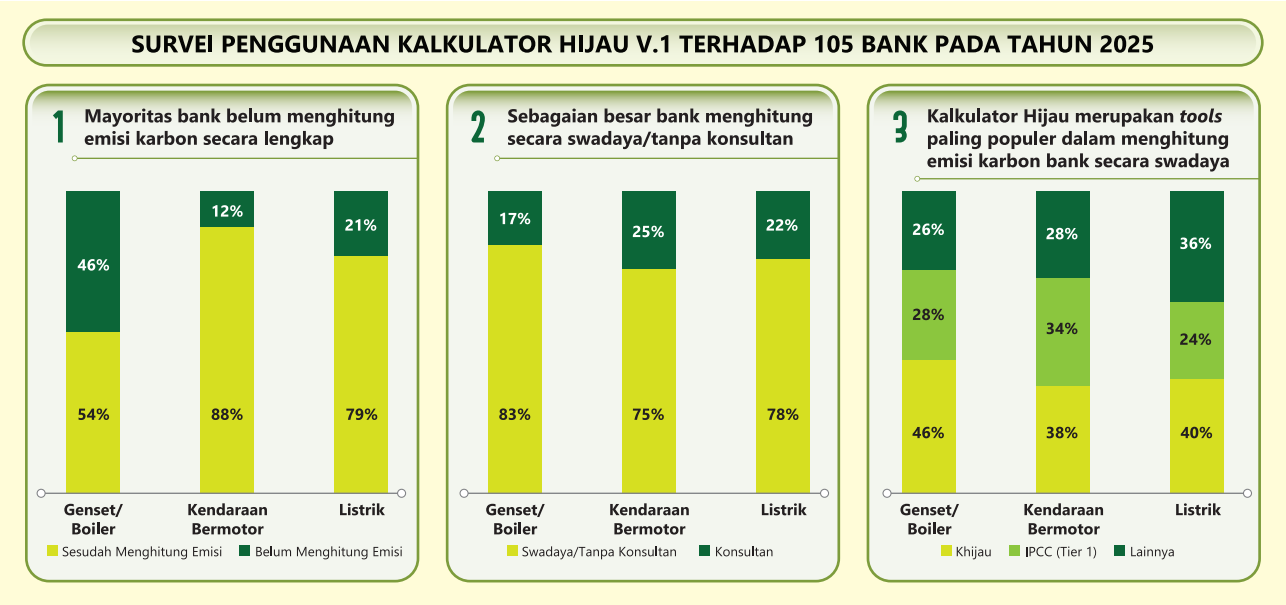
Dalam konteks tersebut, diperlukan suatu infrastruktur yang mampu memperluas ketersediaan data emisi karbon secara terstandar dan mudah diakses oleh pelaku usaha maupun sektor keuangan. Infrastruktur tersebut tidak hanya berfungsi sebagai alat teknis, tetapi juga sebagai bagian dari ekosistem Keuangan Berkelanjutan yang mendukung integrasi antara entitas, sektor keuangan, dan otoritas.

Kalkulator Hijau dikembangkan sebagai salah satu instrumen untuk menjawab kebutuhan tersebut. Kalkulator Hijau menyediakan metode penghitungan emisi karbon yang terstandar, berbasis faktor emisi yang relevan, serta dirancang agar mudah digunakan oleh pelaku usaha dengan tingkat kompleksitas emisi yang relatif terbatas. Dengan demikian, Kalkulator Hijau berperan sebagai berikut:

- ***Enabler*** dalam penyediaan data emisi pada tingkat entitas,
- **Standardisasi awal** dalam metodologi penghitungan emisi, serta
- **Infrastruktur pendukung** dalam pengembangan Keuangan Berkelanjutan.

Melalui pemanfaatan Kalkulator Hijau, diharapkan ketersediaan data emisi karbon dapat meningkat secara signifikan. Peningkatan ini mendukung implementasi standar pengungkapan keberlanjutan dan penguatan manajemen risiko iklim di sektor perbankan. Selain itu, hal ini juga mendorong perumusan kebijakan berbasis data (*evidence-based policy*). Berdasarkan survei yang dilakukan Bank Indonesia pada tahun 2025 sebagaimana **Gambar 6**, mayoritas bank telah menggunakan Kalkulator Hijau untuk menghitung emisi karbon dalam laporan keberlanjutan tahun 2024. Hal ini menunjukkan bahwa Kalkulator Hijau telah mulai diadopsi sebagai alat bantu yang relevan dalam mendukung kebutuhan pelaporan keberlanjutan di sektor perbankan. Namun demikian, masih terbuka ruang untuk pengembangan lebih lanjut agar penggunaannya dapat semakin meluas dan optimal di berbagai sektor.

Gambar 6. Survei Penggunaan Kalkulator Hijau v.1 terhadap 105 Bank pada Tahun 2025



BAB 2
PRINSIP DAN STANDAR KUANTIFIKASI EMISI GRK



BAB 2
PRINSIP DAN STANDAR KUANTIFIKASI EMISI GRK

2.1. Kerangka Global dan Batasan Penghitungan Emisi GRK

Penghitungan GRK merupakan proses kuantifikasi yang bertujuan untuk mengukur kontribusi suatu entitas terhadap perubahan iklim secara sistematis dan terstandar. Hasil penghitungan emisi dinyatakan dalam satuan karbon dioksida ekuivalen (CO_2e), yaitu satuan yang mengonversi berbagai jenis GRK—seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O)—ke dalam nilai setara CO_2 berdasarkan ***Global Warming Potential*** **(GWP)**. Pendekatan ini memungkinkan seluruh jenis gas dibandingkan dalam satu metrik yang seragam.

Agar hasil penghitungan emisi memiliki kredibilitas, konsistensi, dan dapat diperbandingkan, proses kuantifikasi perlu mengacu pada standar internasional yang diakui secara luas. Dua kerangka utama yang digunakan dalam praktik global adalah **GHG Protocol** dan **ISO 14064-1:2018**.

GHG Protocol merupakan standar yang banyak digunakan dalam pelaporan emisi GRK, khususnya dalam konteks pengungkapan keberlanjutan. Standar ini memperkenalkan klasifikasi emisi ke dalam tiga ruang lingkup utama, yaitu *scope* 1, *scope* 2, dan *scope* 3, yang menjadi praktik global dalam inventarisasi emisi perusahaan.

Sementara itu, **ISO 14064-1:2018** mengatur prinsip dan persyaratan dalam kuantifikasi serta pelaporan emisi dan serapan GRK pada tingkat organisasi. Standar ini menekankan pentingnya transparansi, konsistensi, serta dokumentasi yang memadai untuk mendukung proses verifikasi dan validasi. ISO 14064-1:2018 telah diadopsi di Indonesia menjadi SNI ISO 14064-1:2018. Dengan demikian, kedua standar tersebut saling melengkapi. GHG Protocol memberikan kerangka klasifikasi emisi, sementara ISO 14064-1:2018 memastikan bahwa proses penghitungan dilakukan secara sistematis, terdokumentasi, dan dapat dipertanggungjawabkan.

Sebelum melakukan penghitungan emisi, entitas perlu menetapkan batasan pelaporan (*boundary*) secara jelas. Penetapan batas ini penting untuk memastikan bahwa seluruh sumber emisi tercakup secara konsisten serta menghindari terjadinya penghitungan ganda (*double counting*). Batas pelaporan terdiri dari dua aspek utama, yaitu:

a. Batas Organisasi (*Organizational Boundary*)

Batas organisasi menentukan entitas atau unit usaha yang termasuk dalam cakupan pelaporan emisi. Pendekatan yang umum digunakan meliputi:

- **Equity share approach, yaitu pengakuan emisi berdasarkan proporsi kepemilikan saham;**
- **Control approach, yaitu pengakuan emisi berdasarkan kendali operasional atau finansial.**

Penetapan batas organisasi yang tepat memastikan bahwa emisi yang dilaporkan mencerminkan aktivitas yang berada dalam tanggung jawab entitas secara konsisten.

b. Batas Operasional (*Operational Boundary*)

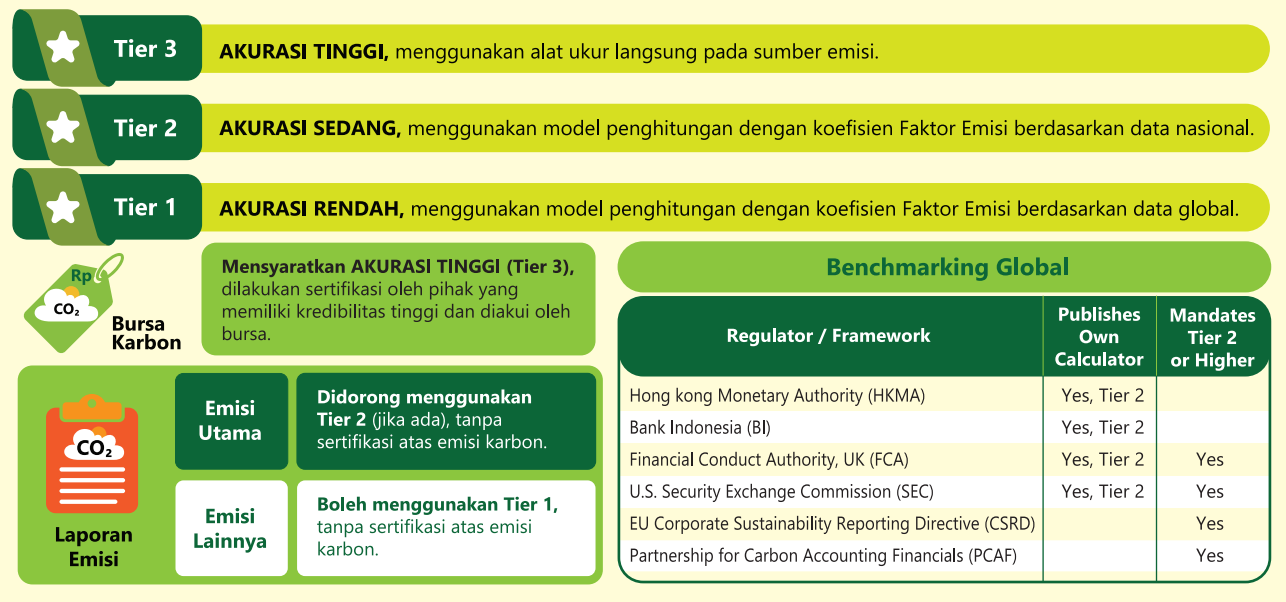
Setelah batas organisasi ditetapkan, emisi diklasifikasikan berdasarkan sumber dan tingkat keterkaitannya dengan aktivitas entitas. Klasifikasi ini umumnya mengikuti pembagian *Scope* 1, *Scope* 2, dan *Scope* 3 sebagaimana diatur dalam GHG Protocol. Penetapan batas operasional menjadi dasar dalam identifikasi sumber emisi serta penentuan jenis data aktivitas yang perlu dikumpulkan dalam proses penghitungan emisi.

Selain penetapan *boundary*, tingkat ketelitian (*accuracy*) metode penghitungan emisi juga menjadi aspek penting dalam kuantifikasi emisi GRK. Dalam praktik internasional, pendekatan penghitungan emisi mengacu pada sistem ***tier*** sebagaimana dikembangkan dalam pedoman Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Sistem *tier* menggambarkan tingkat kompleksitas dan akurasi metode penghitungan emisi, yang secara umum dibagi menjadi:

- **Tier 1: Menggunakan faktor emisi default berbasis data global (misalnya IPCC), dengan tingkat akurasi yang relatif lebih rendah namun mudah diterapkan;**
- **Tier 2: Menggunakan faktor emisi berbasis data nasional atau spesifik sektor, dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi;**
- **Tier 3: Menggunakan data pengukuran langsung atau sistem monitoring, dengan tingkat akurasi tertinggi.**

Sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 7**, peningkatan *tier* mencerminkan peningkatan kualitas data dan akurasi hasil penghitungan emisi.

Gambar 7. Sistem Tier dalam Penghitungan Emisi GRK



Regulator / Framework	Publishes Own Calculator	Mandates Tier 2 or Higher
Hong kong Monetary Authority (HKMA)	Yes, Tier 2	
Bank Indonesia (BI)	Yes, Tier 2	
Financial Conduct Authority, UK (FCA)	Yes, Tier 2	Yes
U.S. Security Exchange Commission (SEC)	Yes, Tier 2	Yes
EU Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)		Yes
Partnership for Carbon Accounting Financials (PCAF)		Yes

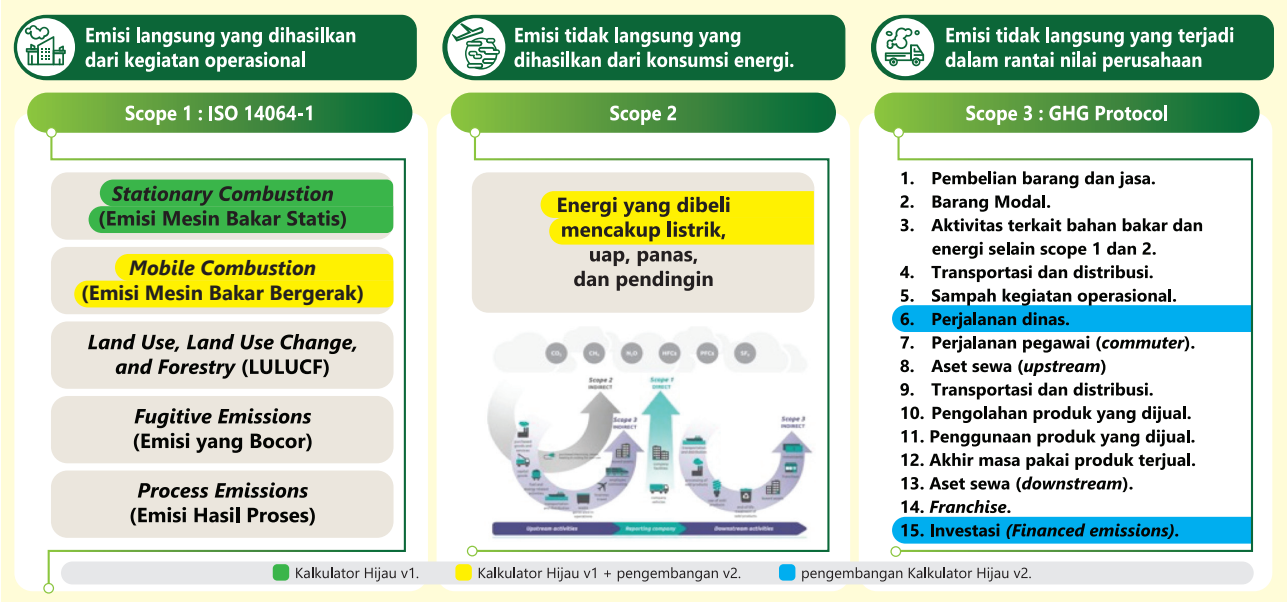
Dalam konteks kebutuhan pelaporan emisi dan sektor keuangan, metode *tier* 2 umumnya lebih didorong karena mampu menjaga keseimbangan antara akurasi hasil dan ketersediaan data. Pendekatan ini dinilai lebih praktis untuk diterapkan pada pelaporan yang membutuhkan cakupan luas namun tetap andal. Sementara itu, *tier* 3 biasanya digunakan pada konteks yang menuntut tingkat akurasi lebih tinggi, seperti dalam mekanisme perdagangan karbon.

Dengan demikian, penghitungan emisi GRK memerlukan kerangka yang mencakup klasifikasi emisi, penetapan batas pelaporan, serta pemilihan metodologi yang sesuai dengan tingkat akurasi yang dibutuhkan. Kerangka ini menjadi dasar dalam penyusunan metodologi penghitungan emisi yang digunakan dalam Kalkulator Hijau. Pembahasan lebih lanjut mengenai klasifikasi emisi berdasarkan *scope* 1, *scope* 2, dan *scope* 3 serta cakupan dalam Kalkulator Hijau akan disampaikan pada subbab berikutnya.

2.2. Klasifikasi *Scope* 1, *Scope* 2, dan *Scope* 3 serta Cakupan Kalkulator Hijau

Dalam kerangka GHG Protocol, emisi GRK diklasifikasikan ke dalam tiga ruang lingkup utama, yaitu *scope* 1, *scope* 2, dan *scope* 3. Klasifikasi ini digunakan untuk mengidentifikasi sumber emisi berdasarkan tingkat kendali dan keterkaitannya dengan aktivitas entitas. Dengan demikian, pembagian tersebut menjadi dasar dalam penyusunan inventarisasi emisi yang komprehensif. Sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 8**, ketiga ruang lingkup tersebut mencerminkan keseluruhan sumber emisi yang terkait dengan aktivitas entitas, baik yang bersifat langsung maupun tidak langsung.

Gambar 8. Klasifikasi Emisi GRK (Scope 1, Scope 2, dan Scope 3)



Keterangan:
hijau (Kalkulator Hijau v1), kuning (Kalkulator Hijau v1 + pengembangan v2), biru (pengembangan Kalkulator Hijau v2)



***a. Scope 1* (Emisi Langsung)**

Scope 1 mencakup emisi GRK yang berasal dari sumber yang dimiliki atau dikendalikan secara langsung oleh entitas. Emisi ini umumnya dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dalam aktivitas operasional.

Dalam konteks penggunaan Kalkulator Hijau, *scope* 1 mencakup antara lain:

- **Emisi karbon dari pemakaian mesin bakar statis (genset, boiler, kompor, oven gas, dll)**
- **Emisi karbon dari pemakaian mesin bakar bergerak (mobil, motor, dll).**

Karena berada dalam kendali langsung, data aktivitas untuk *scope* 1 umumnya lebih mudah diperoleh dan memiliki tingkat akurasi yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan emisi tidak langsung.

***b. Scope* 2 (Emisi Tidak Langsung dari Energi)**

Scope 2 mencakup emisi GRK tidak langsung yang berasal dari konsumsi energi listrik yang dibeli dan digunakan oleh entitas. Meskipun emisi terjadi di fasilitas pembangkit listrik, konsumsi energi tersebut tetap menjadi tanggung jawab entitas sebagai pengguna akhir.

Dalam Kalkulator Hijau, *scope* 2 direpresentasikan melalui:

- **Konsumsi listrik (kWh) yang digunakan dalam operasional entitas.**

Penghitungan emisi *scope* 2 dilakukan dengan mengalikan konsumsi listrik dengan faktor emisi sistem kelistrikan yang berlaku. Oleh karena itu, ketersediaan faktor emisi listrik yang relevan menjadi penting untuk memastikan akurasi penghitungan.

***c. Scope* 3 (Emisi Tidak Langsung Lainnya)**

Scope 3 mencakup seluruh emisi GRK tidak langsung lainnya yang terjadi di sepanjang rantai nilai (*value chain*), baik di hulu (*upstream*) maupun di hilir (*downstream*). *Scope* ini merupakan ruang lingkup yang paling luas dan umumnya memiliki kontribusi emisi terbesar.

Dalam konteks Kalkulator Hijau versi saat ini, cakupan *scope* 3 difokuskan pada aktivitas yang:

- **Relevan dengan operasional umum entitas,**
- **Memiliki data yang relatif tersedia, serta**
- **Dapat dihitung dengan metodologi yang sederhana dan terstandar.**

Cakupan *scope* 3 dalam Kalkulator Hijau meliputi antara lain:

- **Perjalanan dinas (business travel),**
- **Emisi yang dibiayai (financed emissions).**

Ke depan, cakupan *scope* 3 dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mencakup kategori lain dalam rantai nilai, sejalan dengan peningkatan kapasitas data dan kebutuhan pelaporan.

d. Keterkaitan *Scope* dengan Sektor Keuangan

Dalam konteks sektor keuangan, klasifikasi *scope* 3 memiliki peran yang sangat penting karena mencakup **emisi yang dibiayai (*financed emissions*)**. Emisi ini berasal dari aktivitas debitur atau proyek yang didanai oleh lembaga keuangan, dan diakui sebagai bagian dari eksposur emisi portofolio pembiayaan.

Dengan demikian, kemampuan untuk mengukur emisi pada tingkat entitas (khususnya *scope* 1 dan *scope* 2, serta sebagian *scope* 3) menjadi fondasi dalam penghitungan *financed emissions* oleh sektor perbankan. Data emisi yang dihasilkan oleh pelaku usaha melalui Kalkulator Hijau dapat digunakan sebagai *input* dalam analisis risiko iklim dan pengelolaan portofolio pembiayaan.

e. Posisi Kalkulator Hijau dalam Kerangka *Scope* Emisi

Kalkulator Hijau dirancang untuk memfasilitasi penghitungan emisi GRK pada tingkat entitas dengan pendekatan yang sederhana namun tetap terstandar. Dalam tahap pengembangan saat ini, Kalkulator Hijau mencakup:

- **Scope 1: Emisi langsung dari pemakaian mesin bakar,**
- **Scope 2: Emisi dari konsumsi listrik, serta**
- **Scope 3: Emisi dari perjalanan dinas dan emisi yang dibiayai.**

Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa Kalkulator Hijau dapat digunakan secara luas oleh pelaku usaha, khususnya usaha dengan kompleksitas operasional yang relatif sederhana, tanpa mengurangi konsistensi dengan standar internasional.

Dengan demikian, Kalkulator Hijau berperan sebagai alat bantu dalam penyusunan inventarisasi emisi yang menjadi dasar dalam:

- **Pelaporan keberlanjutan,**
- **Pengelolaan risiko iklim, serta**
- **Pengambilan keputusan dalam sektor keuangan.**

Pembahasan lebih lanjut mengenai metodologi penghitungan emisi untuk masing-masing kategori aktivitas akan disampaikan pada bab berikutnya.



2.3. Pendekatan Faktor Emisi dan Metodologi Penghitungan

Penghitungan emisi GRK dalam Kalkulator Hijau dilakukan menggunakan pendekatan berbasis aktivitas (*activity-based approach*), yaitu dengan mengalikan data aktivitas dengan faktor emisi yang relevan. Pendekatan ini merupakan metode yang umum digunakan dalam praktik internasional karena relatif sederhana, transparan, dan dapat diterapkan secara luas.

Secara umum, penghitungan emisi GRK mengikuti persamaan dasar sebagai berikut:

$$\textit{Emisi GRK } (kgCO_2e) = \textit{Data Aktivitas} \times \textit{Faktor Emisi}$$

dimana,

- **Data aktivitas (activity data) merupakan data kuantitatif yang menggambarkan tingkat aktivitas yang menghasilkan emisi, seperti jumlah bahan bakar minyak yang digunakan (liter), konsumsi listrik (kWh), atau jarak tempuh perjalanan (km).**
- **Faktor emisi (emission factor) merupakan koefisien yang menunjukkan besarnya emisi GRK yang dihasilkan per unit aktivitas, biasanya dinyatakan dalam satuan $kgCO_2e$ per unit aktivitas.**

Pendekatan ini memungkinkan penghitungan emisi dilakukan secara konsisten antar-entitas, selama data aktivitas dan faktor emisi yang digunakan bersifat relevan dan terstandar.

a. Data Aktivitas

Kualitas hasil penghitungan emisi sangat bergantung pada akurasi data aktivitas yang digunakan. Oleh karena itu, pengumpulan data aktivitas perlu dilakukan secara sistematis dan terdokumentasi.

Dalam konteks penggunaan Kalkulator Hijau, data aktivitas yang digunakan antara lain:

- **Konsumsi bahan bakar minyak (liter) untuk genset dan kendaraan,**
- **Konsumsi listrik (kWh) dari jaringan listrik,**
- **Jarak perjalanan (km) atau rute perjalanan untuk transportasi udara.**

Penggunaan data aktivitas yang berbasis pada data aktual lebih disarankan dibandingkan dengan estimasi untuk meningkatkan akurasi hasil penghitungan emisi.

b. Faktor Emisi

Faktor emisi merupakan komponen kunci dalam penghitungan emisi GRK. Pemilihan faktor emisi yang tepat akan menentukan tingkat akurasi dan relevansi hasil penghitungan.

Dalam Kalkulator Hijau, faktor emisi yang digunakan mengacu pada sumber yang kredibel dan diakui secara internasional maupun nasional, antara lain:

- **IPCC untuk faktor emisi default global,**
- **Kementerian/Lembaga terkait di Indonesia untuk faktor emisi nasional,**
- **Penyedia energi (misalnya PLN) untuk faktor emisi listrik,**
- **Sumber internasional seperti DEFRA (UK Government) untuk faktor emisi perjalanan dinas.**

Pemilihan sumber faktor emisi mempertimbangkan prinsip:

- **Relevansi terhadap kondisi Indonesia,**
- **Ketersediaan data,**
- **Konsistensi antar pengguna, serta**
- **Kemudahan pembaruan (updateability).**

c. Keterkaitan dengan Sistem *Tier*

Pendekatan faktor emisi dalam Kalkulator Hijau selaras dengan sistem *tier* sebagaimana dijelaskan pada Subbab 2.1.

- **Penggunaan faktor emisi default dari IPCC atau sumber internasional umumnya termasuk dalam tier 1,**
- **Penggunaan faktor emisi nasional atau spesifik sektor termasuk dalam tier 2,**
- **Penggunaan data pengukuran langsung termasuk dalam tier 3 (tidak menjadi fokus utama dalam Kalkulator Hijau saat ini).**

Dalam implementasinya, Kalkulator Hijau mendorong penggunaan faktor emisi yang berada pada tingkat ***tier* 2**, sejauh tersedia, untuk meningkatkan akurasi hasil penghitungan tanpa mengurangi kemudahan penggunaan.

d. Prinsip Konsistensi dan Standardisasi

Agar hasil penghitungan emisi dapat digunakan dalam konteks pelaporan dan analisis, diperlukan konsistensi dalam penggunaan metodologi. Oleh karena itu, Kalkulator Hijau menerapkan beberapa prinsip utama:

1. **Konsistensi metodologi**
   Penggunaan formula dan pendekatan yang seragam untuk seluruh pengguna.
2. **Standardisasi faktor emisi**
   Penggunaan faktor emisi yang telah ditetapkan dalam sistem untuk menghindari variasi antarpengguna.
3. **Transparansi penghitungan**
   Seluruh asumsi dan sumber data dapat ditelusuri (*traceable*).
4. **Kemudahan penggunaan**
   Metodologi dirancang agar dapat digunakan oleh pelaku usaha tanpa memerlukan keahlian teknis yang mendalam.

e. Keterbatasan dan Pengembangan ke Depan

Meskipun pendekatan *activity-based* memberikan kemudahan dalam implementasi, metode ini memiliki keterbatasan, terutama dalam hal ketergantungan pada kualitas data aktivitas dan faktor emisi yang digunakan.

Ke depan, pengembangan Kalkulator Hijau dapat mencakup:

- **Penggunaan faktor emisi yang lebih spesifik sektor,**
- **Integrasi dengan sumber data eksternal (misalnya data energi atau transportasi),**
- **Peningkatan cakupan scope 3, serta**
- **Penggunaan metode yang lebih advanced untuk kebutuhan tertentu.**

Dengan demikian, pendekatan berbasis aktivitas yang digunakan dalam Kalkulator Hijau memberikan keseimbangan antara akurasi, konsistensi, dan kemudahan penggunaan. Pendekatan ini memungkinkan penghitungan emisi dilakukan secara luas oleh pelaku usaha, sekaligus tetap selaras dengan standar internasional. Pembahasan lebih lanjut mengenai penerapan metodologi ini pada masing-masing jenis aktivitas akan disampaikan pada bab berikutnya.

BAB 3

PENGHITUNGAN EMISI *SCOPE* 1: EMISI LANGSUNG DARI BAHAN BAKAR



BAB 3

PENGHITUNGAN EMISI *SCOPE* 1: EMISI LANGSUNG DARI BAHAN BAKAR



Scope 1 mencakup emisi GRK yang berasal dari sumber yang dimiliki atau dikendalikan langsung oleh entitas. Dalam Kalkulator Hijau, penghitungan *scope* 1 pada tahap pengembangan saat ini mencakup:

1. ***Scope* 1.1 Mesin bakar statis**, dan
2. ***Scope* 1.2 Mesin bakar bergerak**.

Secara umum, penghitungan emisi *scope* 1 dilakukan dengan mengalikan **data aktivitas** dengan **faktor emisi**. Perbedaan setiap subkategori terutama terletak pada jenis data aktivitas yang digunakan, yaitu konsumsi bahan bakar atau jarak tempuh kendaraan.

3.1. *Scope* 1.1 Mesin Bakar Statis

Mesin bakar statis adalah peralatan yang membakar bahan bakar pada posisi tetap atau tidak berpindah tempat, seperti **genset, pemanas air, kompor, oven,** dan peralatan sejenis lainnya.

a. Konsep dan Formula Penghitungan

Emisi dari mesin bakar statis dihitung berdasarkan jumlah bahan bakar yang digunakan oleh mesin tersebut dalam periode pelaporan. Formula umum yang digunakan adalah:

$$\textit{Nilai Emisi } (kgCO_2e) = \textit{Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (sesuai satuan)} \times \textit{Faktor Emisi Bahan Bakar } (kgCO_2e/satuan)$$

Dengan demikian, emisi berbanding lurus dengan konsumsi bahan bakar.

Untuk menentukan besaran konsumsi bahan bakar berdasarkan nilai konsumsi energi dalam satuan gigajoule (GJ), penghitungan dapat dilakukan dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$\textit{Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (gigajoule)} = \frac{\textit{Nilai Emisi } kgCO_2e}{\textit{Faktor Emisi Bahan Bakar } (kgCO_2e/GJ)}$$

b. Tabel Faktor Emisi Bahan Bakar

Sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 1**, Kalkulator Hijau menyediakan pilihan jenis bahan bakar, satuan, dan faktor emisi untuk mesin bakar statis sesuai dengan yang tersedia dalam kertas kerja.

Tabel 1. Pilihan Jenis Bahan Bakar, Satuan, dan Faktor Emisi untuk Mesin Bakar Statis

Jenis Bahan Bakar	Satuan	Faktor Emisi ($KgCO_2e$/Satuan)	Faktor Emisi ($kgCO_2e$/GJ)
Batubara	Kg	1,974	99,718
Briket Batubara (Brown Coal Briquettes)	Kg	2,018	97,500
Arang (Solid Biofuels Charcoal)	Kg	3,304	112,000
Gas Alam	Nm3	2,150	57,640
LPG	Kg	3,015	65,370
LGV	Kg	3,004	64,900
LNG	Kg	2,699	57,270
Avtur	Liter	2,549	72,360
Minyak Tanah	Liter	2,553	72,430
Minyak Solar CN 48	Liter	2,673	73,280
Minyak Solar CN 51	Liter	2,650	72,930
Minyak Solar CN53	Liter	2,626	72,850
Minyak Diesel	Liter	2,779	74,520
Minyak Bakar	Liter	3,100	77,900
Bensin RON 98	Liter	2,310	68,910
Bensin RON 92	Liter	2,305	69,040
Bensin RON 90	Liter	2,309	69,290
Bensin RON 88	Liter	2,315	69,670

Sumber: KESDM (2024)[1] dan IPCC (2006)[2], diolah

Pengguna **tidak perlu mengisi faktor emisi secara manual**, karena faktor emisi akan muncul otomatis setelah jenis bahan bakar dipilih.

c. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja mesin bakar statis ditunjukkan sebagaimana pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Format Kertas Kerja Mesin Bakar Statis

Isi Nama Mesin	Isi Lokasi Mesin	Pilih Jenis Bahan Bakar	Isi Jumlah Konsumsi Bahan Bakar	Satuan (otomatis)	Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (gigajoule) (otomatis)	Faktor Emisi (otomatis)	Nilai Emisi (otomatis)

[1]https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-faktor-emisi-bahan-bakar-minyak-bbm-dan-batubara.pdf
[2]https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf

Kolom dalam kertas kerja dijelaskan sebagai berikut:

1. **Isi Nama Mesin**
   Diisi dengan nama atau identitas mesin yang digunakan.
   Contoh:
   - **Genset Kantor Pusat**
   - **Boiler Produksi 1**
   - **Kompor Dapur Operasional**

   Kolom ini digunakan untuk membedakan setiap mesin.

2. **Isi Lokasi Mesin**
   Diisi dengan lokasi fisik mesin yang digunakan.
   Contoh:
   - **Jakarta**
   - **Pabrik Bekasi**
   - **Gudang Surabaya**

   Kolom ini membantu pengguna melakukan identifikasi lokasi sumber emisi.

3. **Pilih Jenis Bahan Bakar**
   Dipilih dari daftar jenis bahan bakar yang tersedia pada sistem.
   Pemilihan ini menentukan:
   - **satuan konsumsi,**
   - **faktor emisi,**
   - **hasil penghitungan emisi.**

4. **Isi Jumlah Konsumsi Bahan Bakar**
   Diisi dengan total konsumsi bahan bakar selama periode pelaporan. Nilai yang dimasukkan harus mengikuti satuan yang berlaku sesuai bahan bakar yang dipilih.
   Contoh:
   - **500**

5. **Satuan (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis sesuai jenis bahan bakar yang dipilih. Pengguna tidak perlu mengubahnya.

6. **Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (gigajoule) (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis berdasarkan total konsumsi bahan bakar (satuan) yang diisi selama periode pelaporan.

7. **Faktor Emisi (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis berdasarkan jenis bahan bakar yang dipilih dari tabel faktor emisi.

8. **Nilai Emisi (otomatis)**
   Kolom ini menampilkan hasil penghitungan emisi secara otomatis berdasarkan formula:
   formula:

Jumlah Konsumsi Bahan Bakar × Faktor Emisi Bahan Bakar

d. Studi Kasus

Sebuah kantor memiliki genset dengan data sebagai berikut:

- **Nama Mesin: Genset Kantor Pusat**
- **Lokasi Mesin: Jakarta**
- **Jenis Bahan Bakar: Minyak Solar CN 48**
- **Jumlah Konsumsi Bahan Bakar: 500 liter**

Pengisian pada kertas kerja dilakukan sebagai berikut:

- **Isi Nama Mesin: Genset Kantor Pusat**
- **Isi Lokasi Mesin: Jakarta**
- **Pilih Jenis Bahan Bakar: Minyak Solar CN 48**
- **Isi Jumlah Konsumsi Bahan Bakar: 500**

Setelah itu sistem (otomatis) akan menampilkan:

- **Satuan: liter**
- **Faktor Emisi: 2,673**
- **Nilai Emisi: 1.336,5 $kgCO_2e$**

Penghitungan yang terjadi di balik kertas kerja adalah:

$$Nilai\ Emisi = 500\ liter \times 2{,}673\ kgCO_2e/liter = 1.336{,}5\ kgCO_2e$$

Dengan demikian, emisi dari genset tersebut adalah **1.336,5 $kgCO_2e$**. Selanjutnya, jumlah konsumsi bahan bakar dalam satuan energi pada kertas kerja adalah:

$$Jumlah\ Konsumsi\ Bahan\ Bakar\ (gigajoule) = \frac{1.336{,}5\ kgCO_2e}{73{,}280\ kgCO_2e/GJ} = 18{,}24\ GJ$$

Dengan demikian, jumlah konsumsi bahan bakar dalam satuan energi adalah **18,24 GJ**.

3.2. *Scope* 1.2 Mesin Bakar Bergerak

Mesin bakar bergerak adalah kendaraan operasional yang menggunakan bahan bakar fosil, seperti **sedan, motor, van/ minibus, *pickup*, truk,** dan kendaraan sejenis lainnya. Dalam Kalkulator Hijau, penghitungan emisi untuk kategori ini dibagi menjadi tiga pendekatan sesuai dengan ketersediaan data pengguna. Namun demikian, pengguna disarankan memilih metode berdasarkan prinsip ***best available data***, dengan urutan preferensi sebagai berikut:

1. **Berbasis konsumsi BBM**, apabila data aktual tersedia;
2. **Berbasis jarak tempuh non standar**, apabila tersedia data jarak tempuh dan efisiensi kendaraan;
3. **Berbasis jarak tempuh terstandar**, apabila hanya tersedia data jarak tempuh.

Semakin baik kualitas data, semakin tinggi akurasi hasil penghitungan emisi.

3.2.1. Berbasis Konsumsi BBM

Pendekatan ini digunakan apabila pengguna memiliki data konsumsi bahan bakar kendaraan secara aktual. Metode ini direkomendasikan karena memiliki tingkat akurasi tertinggi.

a. Konsep dan Formula Penghitungan

Formula yang digunakan adalah:

$$\textit{Nilai Emisi } (kgCO_2e) = \textit{Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (liter)} \times \textit{Faktor Emisi BBM } (kgCO_2e/liter)$$

Untuk menentukan besaran konsumsi bahan bakar berdasarkan nilai konsumsi energi dalam satuan gigajoule (GJ), penghitungan dapat dilakukan dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$\textit{Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (gigajoule)} = \frac{\textit{Nilai Emisi } (kgCO_2e)}{\textit{Faktor Emisi Bahan Bakar } (kgCO_2e/GJ)}$$

b. Tabel Faktor Emisi Bahan Bakar Minyak

Sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 3**, faktor emisi untuk kendaraan berbasis konsumsi BBM mengikuti jenis bahan bakar yang tersedia di kertas kerja. Tabel ini merupakan ringkasan **Tabel 1** yang hanya berisi bahan bakar untuk kendaraan.

Tabel 3. Pilihan Jenis Bahan Bakar, Satuan, dan Faktor Emisi untuk Kendaraan Berbasis Konsumsi BBM

Jenis Bahan Bakar	Satuan	Faktor Emisi ($KgCO_2e$/Satuan)	Faktor Emisi ($kgCO_2e$/GJ)
Minyak Solar CN 48	Liter	2,673	73,28000
Minyak Solar CN 51	Liter	2,650	72,93000
Minyak Solar CN53	Liter	2,626	72,85000
Bensin RON 98	Liter	2,310	68,91000
Bensin RON 92	Liter	2,305	69,04000
Bensin RON 90	Liter	2,309	69,29000
Bensin RON 88	Liter	2,315	69,67000

Sumber: KESDM (2024), diolah

Pengguna tidak mengisi faktor emisi secara manual karena akan muncul secara otomatis setelah jenis bahan bakar dipilih.

c. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja mesin bakar bergerak berbasis konsumsi BBM ditunjukkan sebagaimana pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Format Kertas Kerja Kendaraan Berbasis Konsumsi BBM

Isi Nomor Polisi	Isi Kategori Kendaraan	Pilih Jenis Bahan Bakar	Isi Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (liter)	Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (gigajoule) (otomatis)	Faktor Emisi (otomatis)	Nilai Emisi (otomatis)

Kolom dalam kertas kerja dijelaskan sebagai berikut:

1. **Isi Nomor Polisi**
   Diisi dengan nomor polisi kendaraan.
   Contoh:
   - **B 1234 ABC**
   - **D 9876 XY**

   Kolom ini digunakan sebagai identitas kendaraan.

2. **Isi Kategori Kendaraan**
   Diisi dengan kategori atau nama kendaraan.
   Contoh:
   - **Toyota Avanza**
   - **Honda Brio**
   - **Yamaha NMax**

   Kolom ini membantu mengidentifikasi kendaraan, meskipun tidak menentukan faktor emisi.

3. **Pilih Jenis Bahan Bakar Minyak**
   Dipilih dari daftar jenis bahan bakar yang tersedia pada sistem.Pemilihan ini menentukan:
   - **satuan konsumsi,**
   - **faktor emisi,**
   - **hasil penghitungan emisi.**

4. **Isi Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (liter)**
   Diisi dengan total konsumsi bahan bakar selama periode pelaporan. Nilai yang dimasukkan harus mengikuti satuan liter sesuai bahan bakar yang dipilih.
   Contoh:
   - **500**

5. **Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (gigajoule) (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis berdasarkan total konsumsi bahan bakar (liter) yang diisi selama periode pelaporan.

6. **Faktor Emisi (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis berdasarkan jenis bahan bakar yang dipilih dari tabel faktor emisi.

7. **Nilai Emisi (otomatis)**
   Kolom ini menampilkan hasil penghitungan emisi secara otomatis berdasarkan formula:

   Jumlah Konsumsi Bahan Bakar × Faktor Emisi BBM

d. Studi Kasus

Sebuah mobil operasional memiliki data sebagai berikut:
- **Nomor Polisi: B 1234 ABC**
- **Kategori Kendaraan: Toyota Avanza**
- **Jenis Bahan Bakar: Bensin RON 92**
- **Jumlah Konsumsi Bahan Bakar: 120 liter**

Sistem akan menampilkan (otomatis):
- **Faktor Emisi: 2,305**
- **Nilai Emisi: 276,6**

Penghitungan di balik kertas kerja:

$$Nilai\ Emisi = 120\ liter \times 2{,}305\ kgCO_2e/liter = 276{,}6\ kgCO_2e$$

Dengan demikian, emisi kendaraan tersebut adalah **276,6 $kgCO_2e$**. Selanjutnya, jumlah konsumsi bahan bakar dalam satuan energi pada kertas kerja adalah:

$$Jumlah\ Konsumsi\ Bahan\ Bakar\ (gigajoule) = \frac{276{,}6\ kgCO_2e}{69{,}04000\ kgCO_2e/GJ} = 4{,}01\ GJ$$

Dengan demikian, jumlah konsumsi bahan bakar dalam satuan energi adalah **4,01 GJ**.

3.2.2. Berbasis Jarak Tempuh Non Standar

Pendekatan ini digunakan apabila pengguna tidak memiliki data konsumsi BBM aktual, tetapi memiliki data:
- jarak tempuh kendaraan, dan
- efisiensi BBM kendaraan berdasarkan kondisi riil kendaraan.

Disebut **nonstandar** karena nilai efisiensi BBM kendaraan diisi sendiri oleh pengguna.

a. Konsep dan Formula Penghitungan

Formula yang digunakan adalah:

$$Nilai\ Emisi\ (kgCO_2e) = Jarak\ Tempuh\ (km) \times Faktor\ Emisi\ Jarak\ Tempuh\ (kgCO_2e/km)$$

dimana,

Untuk menentukan besaran konsumsi bahan bakar berdasarkan nilai konsumsi energi dalam satuan gigajoule (GJ), penghitungan dapat dilakukan dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$Jumlah\ Konsumsi\ Bahan\ Bakar\ (gigajoule) = \frac{Nilai\ Emisi\ (kgCO_2e)}{Faktor\ Emisi\ Bahan\ Bakar\ (kgCO_2e/GJ)}$$

b. Tabel Faktor Emisi Bahan Bakar

Metode ini menggunakan pilihan bahan bakar sebagaimana pada **Tabel 3**.
Pengguna memasukkan sendiri nilai efisiensi BBM kendaraan, sedangkan faktor emisi per km akan muncul otomatis.

c. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja mesin bakar bergerak berbasis jarak tempuh non standar ditunjukkan sebagaimana pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Format Kertas Kerja Kendaraan Berbasis Jarak Tempuh Non Standar

Isi Nomor Polisi	Isi Kategori Kendaraan	Isi Nilai Efisiensi BBM (km/liter)	Pilih Jenis BBM	Isi Jarak Tempuh (km)	Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (gigajoule) (otomatis)	Faktor Emisi (otomatis)	Nilai Emisi (otomatis)

Kolom dalam kertas kerja dijelaskan sebagai berikut:

1. **Isi Nomor Polisi**
   Diisi dengan nomor polisi kendaraan.
   Contoh:
   - **B 1234 ABC**
   - **D 9876 XY**

   Kolom ini digunakan sebagai identitas kendaraan.

2. **Isi Kategori Kendaraan**
   Diisi dengan kategori atau nama kendaraan.
   Contoh:
   - **Toyota Avanza**
   - **Honda Brio**
   - **Yamaha NMax**

   Kolom ini membantu mengidentifikasi kendaraan, meskipun tidak menentukan faktor emisi.

3. **Isi Nilai Efisiensi BBM (km/liter)**
   Diisi dengan efisiensi BBM kendaraan berdasarkan data riil atau estimasi pengguna.
   Contoh:
   - **10**

   Nilai ini memengaruhi secara signifikan hasil penghitungan.

4. **Pilih Jenis Bahan Bakar**
   Dipilih dari daftar jenis bahan bakar yang tersedia pada sistem.
   Pemilihan ini menentukan:
   - **faktor emisi,**
   - **hasil penghitungan nilai emisi.**

5. **Isi Jarak Tempuh (km)**
   Diisi dengan total jarak tempuh kendaraan selama periode pelaporan. Nilai yang dimasukkan harus mengikuti satuan km.
   Contoh:
   - **500**

6. **Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (gigajoule) (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis berdasarkan jarak tempuh yang diisi selama periode pelaporan.

7. **Faktor Emisi (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis berdasarkan nilai efisiensi BBM dan jenis bahan bakar yang dipilih dari tabel faktor emisi.

8. **Nilai Emisi (otomatis)**
   Kolom ini menampilkan hasil penghitungan nilai emisi secara otomatis berdasarkan formula:

   Total Jarak Tempuh Kendaraan × Faktor Emisi Jarak Tempuh

d. Studi Kasus

Data kendaraan:

- **Nomor Polisi: B 5678 DEF**
- **Kategori Kendaraan: Honda Brio**
- **Nilai Efisiensi BBM: 10 km/liter**
- **Jenis BBM: Bensin RON 92**
- **Jarak Tempuh: 1.000 km**

Maka sistem (otomatis) menghitung:

$$\text{Faktor Emisi} = \frac{2{,}305\ kgCO_2e/liter}{10\ km/liter} = 0{,}2305\ kgCO_2e/km$$

$$\text{Nilai Emisi} = 1.000\ km \times 0{,}2305\ kgCO_2e/km = 230{,}5\ kgCO_2e$$

Dengan demikian, emisi kendaraan tersebut adalah **230,5 $kgCO_2e$**. Selanjutnya, jumlah konsumsi bahan bakar dalam satuan energi pada kertas kerja adalah:

$$\text{Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (gigajoule)} = \frac{230{,}5\ kgCO_2e}{69{,}04000\ kgCO_2e/GJ} = 3{,}34\ GJ$$

Dengan demikian, jumlah konsumsi bahan bakar dalam satuan energi adalah **3,34 GJ**.

3.2.3. Berbasis Jarak Tempuh Terstandar

Pendekatan ini digunakan apabila pengguna hanya memiliki data jarak tempuh. Kondisi ini berlaku ketika informasi mengenai konsumsi BBM maupun tingkat efisiensi kendaraan tidak tersedia. Dalam metode ini, Kalkulator Hijau menggunakan kategori kendaraan dengan nilai efisiensi BBM terstandar yang telah ditetapkan dalam sistem.

a. Konsep dan Formula Penghitungan

Formula yang digunakan adalah:

$$\text{Nilai Emisi } (kgCO_2e) = \text{Jarak Tempuh } (km) \times \text{Faktor Emisi Jarak Tempuh } (kgCO_2e/km)$$

dimana,

$$\text{Faktor Emisi Jarak Tempuh } (kgCO_2e/km) = \frac{\text{Faktor Emisi Indonesia } (kgCO_2e/liter)}{\text{Nilai Efisiensi Indonesia } (km/liter)}$$

Pada pendekatan ini, kertas kerja telah menggunakan faktor emisi yang dikonversi ke satuan per km sehingga pengguna tidak perlu melakukan pembagian dengan nilai efisiensi Indonesia.

Untuk menentukan besaran konsumsi bahan bakar berdasarkan nilai konsumsi energi dalam satuan gigajoule (GJ), penghitungan dapat dilakukan dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$\text{Faktor Emisi Jarak Tempuh } (kgCO_2e/km) = \frac{\text{Faktor Emisi Indonesia } (kgCO_2e/liter)}{\text{Nilai Efisiensi Indonesia } (km/liter)}$$

b. Tabel Faktor Emisi Jarak Tempuh

Sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 6**, Kalkulator Hijau menyediakan kategori kendaraan, efisiensi standar, dan faktor emisi per km menurut jenis bahan bakar. Adapun jenis kendaraan dan nilai efisiensi dalam metodologi ini mengacu pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. Selanjutnya faktor emisi berbasis konsumsi bahan bakar ($kgCO_2e$/liter) dikonversi menjadi faktor emisi berbasis jarak tempuh ($kgCO_2e$/km) dengan cara membagi faktor emisi berbasis konsumsi bahan bakar dengan nilai efisiensi (km/liter).

Tabel 6. Kategori Kendaraan, Efisiensi Standar, dan Faktor Emisi untuk Kendaraan Berbasis Jarak Tempuh Terstandar

Kategori Kendaraan	Efisiensi (km/liter)	Faktor Emisi ($kgCO_2e$ per Kategori Kendaraan per Jenis BBM)						
		Solar CN 48	Solar CN 51	Solar CN53	Bensin RON 98	Bensin RON 92	Bensin RON 90	Bensin RON 88
Sedan	9,8	0,273	0,270	0,268	0,236	0,235	0,236	0,236
Van/Minibus	8	0,334	0,331	0,328	0,289	0,288	0,289	0,289
Taksi	8,7	0,307	0,305	0,302	0,266	0,265	0,265	0,266
Angkot	7,5	0,356	0,353	0,350	0,308	0,307	0,308	0,309
Bis Sedang/Mikrobis	4	0,668	0,663	0,657	0,578	0,576	0,577	0,579
Bis Besar	3,5	0,764	0,757	0,750	0,660	0,659	0,660	0,661
Pickup	8,5	0,314	0,312	0,309	0,272	0,271	0,272	0,272
Truk 2 as	4,4	0,608	0,602	0,597	0,525	0,524	0,525	0,526
Truk 3 as	4	0,668	0,663	0,657	0,578	0,576	0,577	0,579
Jeep	8	0,334	0,331	0,328	0,289	0,288	0,289	0,289
Sepeda Motor/Roda 3	28	0,095	0,095	0,094	0,083	0,082	0,082	0,083

Sumber: KLH (2010)[3], KESDM (2024), diolah

c. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja mesin bakar bergerak berbasis jarak tempuh terstandar ditunjukkan sebagaimana pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Format Kertas Kerja Kendaraan Berbasis Jarak Tempuh Terstandar

Isi Nomor Polisi	Pilih Kategori Kendaraan	Nilai Efisiensi BBM (otomatis)	Pilih Jenis BBM	Isi Jarak Tempuh (km)	Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (gigajoule) (otomatis)	Faktor Emisi (otomatis)	Nilai Emisi (otomatis)

Kolom dalam kertas kerja dijelaskan sebagai berikut:

1. Isi Nomor Polisi

Diisi dengan nomor polisi kendaraan.

Contoh:

- **B 1234 ABC**
- **D 9876 XY**

Kolom ini digunakan sebagai identitas kendaraan.

[3]https://www.peraturan.go.id/id/permenlh-no-12-tahun-2010

2. **Pilih Kategori Kendaraan**
   Dipilih sesuai kategori yang tersedia pada sistem, misalnya sedan, Van/Minibus, atau sepeda motor/roda tiga. Pilihan ini menentukan efisiensi standar kendaraan.

3. **Nilai Efisiensi Indonesia (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis berdasarkan kategori kendaraan yang dipilih.

4. **Pilih Jenis Bahan Bakar Minyak**
   Dipilih dari daftar jenis bahan bakar yang tersedia pada sistem.
   Pemilihan ini menentukan:
   - **faktor emisi,**
   - **hasil penghitungan nilai emisi.**

5. **Isi Jarak Tempuh (km)**
   Diisi dengan total jarak tempuh kendaraan selama periode pelaporan. Nilai yang dimasukkan harus mengikuti satuan km.
   Contoh:
   - **500**

6. **Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (gigajoule) (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis berdasarkan jarak tempuh yang diisi selama periode pelaporan.

7. **Faktor Emisi (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis berdasarkan nilai efisiensi Indonesia dan jenis bahan bakar yang dipilih dari tabel faktor emisi.

8. **Nilai Emisi (otomatis)**
   Kolom ini menampilkan hasil penghitungan nilai emisi secara otomatis berdasarkan formula:

$$\textit{Total Jarak Tempuh Kendaraan} \times \textit{Faktor Emisi Jarak Tempuh}$$

d. Studi Kasus

Data kendaraan:
- **Nomor Polisi: B 9999 XYZ**
- **Kategori Kendaraan: Sepeda Motor/Roda 3**
- **Jenis Indonesia: Bensin RON 92**
- **Jarak Tempuh: 300 km**

Berdasarkan **Tabel 6**, faktor emisi untuk sepeda motor/roda tiga dengan bensin RON 92 (otomatis) adalah **0,082 $kgCO_2e/km$**.
maka,

$$\textit{Nilai Emisi} = 300\ km \times 0{,}082\ kgCO_2e/km = 24{,}6\ kgCO_2e$$

Dengan demikian, emisi kendaraan tersebut adalah **24,6 $kgCO_2e$**. Selanjutnya, jumlah konsumsi bahan bakar dalam satuan energi pada kertas kerja adalah:

$$\textit{Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (gigajoule)} = \frac{24{,}6\ kgCO_2e}{69{,}04000\ kgCO_2e/GJ} = 0{,}4\ GJ$$

Dengan demikian, jumlah konsumsi bahan bakar dalam satuan energi adalah **0,35 GJ**.

BAB 4

PENGHITUNGAN EMISI *SCOPE* 2: EMISI TIDAK LANGSUNG DARI KONSUMSI LISTRIK



BAB 4

PENGHITUNGAN EMISI *SCOPE* 2: EMISI TIDAK LANGSUNG DARI KONSUMSI LISTRIK



Scope 2 mencakup emisi GRK tidak langsung yang berasal dari konsumsi energi listrik yang dibeli dan digunakan oleh entitas. Meskipun emisi terjadi di pembangkit listrik, konsumsi energi tersebut tetap menjadi tanggung jawab pengguna listrik. Dengan demikian, *scope* 2 merepresentasikan tanggung jawab tidak langsung entitas atas konsumsi listrik dalam kegiatan operasionalnya.

a. Konsep dan Formula Penghitungan

Emisi dari konsumsi listrik dihitung dengan formula:

$$\textit{Nilai Emisi } (kgCO_2e) = \textit{Konsumsi Listrik (kWh)} \times \textit{Faktor Emisi Listrik } (kgCO_2e/kWh)$$

Faktor emisi listrik mencerminkan intensitas karbon dari sistem kelistrikan yang digunakan. Tabel lokasi dan jaringan listrik yang digunakan dalam Kalkulator Hijau mengacu pada data faktor emisi ketenagalistrikan nasional tahun 2019 yang dikeluarkan oleh Kementerian ESDM[4]. Data yang digunakan adalah data *Combined Margin* (CM) 1 (50% *Operating Margin* (OM) dan 50% *Build Margin* (BM)). Dalam hal data CM 1 tidak tersedia, maka digunakan data OM.

Untuk menentukan besaran konsumsi listrik berdasarkan nilai konsumsi energi dalam satuan gigajoule (GJ), penghitungan dapat dilakukan dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$\textit{Konsumsi Listrik (gigajoule)} = \textit{Konsumsi Listrik (kWh)} \times 0{,}0036$$

dimana, angka 0,0036 merupakan angka konversi satuan dari kWh menjadi GJ. Dengan demikian, emisi berbanding lurus dengan konsumsi listrik berdasarkan energi.

[4]https://gatrik.esdm.go.id/frontend/download_index/?kode_category=emisi_pl

Dalam Kalkulator Hijau, pengguna diberikan dua opsi penggunaan faktor emisi listrik, yaitu:

■ **Faktor Emisi Nasional**

Pengguna dapat menggunakan faktor emisi nasional Indonesia sebesar 0,79 **kgCO_2e/kWh**.

Karakteristik:

- Berlaku untuk seluruh wilayah Indonesia
- Tidak mempertimbangkan variasi regional
- **Direkomendasikan sebagai *default***
- Memudahkan penggunaan dan menjaga konsistensi

Pendekatan ini cocok untuk:

- UMKM
- pengguna awal
- pelaporan sederhana

■ **Faktor Emisi Spasial (Regional)**

Pengguna juga dapat memilih menggunakan faktor emisi berdasarkan wilayah sistem kelistrikan (misalnya sistem Jambi - Sumatera, Jawa Timur - Jamali, Papua - Nabire, dll.).

Karakteristik:

- Lebih mencerminkan kondisi pembangkit di wilayah tersebut
- Lebih akurat secara geografis
- Memerlukan pemilihan wilayah yang tepat

Pendekatan ini cocok untuk:

- perusahaan besar
- pelaporan yang lebih detail
- kebutuhan analisis yang lebih presisi

b. Tabel Faktor Emisi Listrik

Sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 8**, Kalkulator Hijau menyediakan:

- faktor emisi nasional
- faktor emisi spasial per wilayah

Tabel 8. Faktor Emisi Listrik Nasional dan Spasial

No	Wilayah	Faktor Emisi (kgCO_2e/kWh)	Faktor Emisi (kgCO_2e/GJ)
1	INDONESIA	0,79	219,44
2	Aceh - Sumatera	0,94	261,11
3	Bali - 3 Nusa	0,52	144,44
4	Bangka Belitung - Bangka	0,89	247,22
5	Bangka Belitung - Belitung	1,41	391,67
6	Bangka Belitung - S Nasik Belitung	0,43	119,44
7	Bangka Belitung - Seliu Belitung	0,49	136,11
8	Banten - Jamali	0,87	241,67
9	Bengkulu - Bantal	0,64	177,78
10	Bengkulu - Ipuh	0,64	177,78

No	Wilayah	Faktor Emisi ($kgCO_2e/kWh$)	Faktor Emisi ($kgCO_2e/GJ$)
11	Bengkulu - Kota Bani	0,70	194,44
12	Bengkulu - Mukomuko	0,66	183,33
13	Bengkulu - Sumatera	0,94	261,11
14	Di Yogyakarta - Jamali	0,87	241,67
15	Dki Jakarta - Jamali	0,87	241,67
16	Gorontalo - Sulutgo	0,78	216,67
17	Jambi - Sumatera	0,94	261,11
18	Jawa Barat - Jamali	0,87	241,67
19	Jawa Tengah - Jamali	0,87	241,67
20	Jawa Tengah - Karimun Jawa	0,62	172,22
21	Jawa Timur - Jamali	0,87	241,67
22	Kalimantan Barat - Khatulistiwa	1,63	452,78
23	Kalimantan Tengah - Barito	1,31	363,89
24	Kalimantan Timur - Mahakam	1,14	316,67
25	Kalimantan Utara - Tarakan	0,48	133,33
26	Kepulauan Riau - Alai (Kepri)	0,53	147,22
27	Kepulauan Riau - Batam-Tanjung Pinang	0,82	227,78
28	Kepulauan Riau - Dabo Singkep (Kepri)	0,48	133,33
29	Kepulauan Riau - Durai (Kepri)	0,55	152,78
30	Kepulauan Riau - Kelong	0,50	138,89
31	Kepulauan Riau - Ladan	0,54	150,00
32	Kepulauan Riau - Letung	0,63	175,00
33	Kepulauan Riau - Midai	0,55	152,78
34	Kepulauan Riau - Moro (Kepri)	0,50	138,89
35	Kepulauan Riau - Penuba (Kepri)	0,58	161,11
36	Kepulauan Riau - Ranai	0,57	158,33
37	Kepulauan Riau - Sedanau	0,58	161,11
38	Kepulauan Riau - Serasan	0,64	177,78
39	Kepulauan Riau - Tambelan (Kepri)	0,65	180,56
40	Kepulauan Riau - Tanjung Balai Karimun	0,84	233,33
41	Kepulauan Riau - Tanjung Batu	0,50	138,89
42	Kepulauan Riau - Tarempa	0,43	119,44
43	Lampung - Sumatera	0,94	261,11
44	Maluku - Ambon	0,66	183,33
39	Maluku - Buano (Seram Barat)	0,71	197,22

No	Wilayah	Faktor Emisi ($kgCO_2e/kWh$)	Faktor Emisi ($kgCO_2e/GJ$)
40	Maluku - Bula (Seram Timur)	0,55	152,78
41	Maluku - Dobo	0,54	150,00
42	Maluku - Geser (Seram Timur)	0,62	172,22
43	Maluku - Haruku (Maluku Tengah)	0,66	183,33
44	Maluku - Kairatu (Seram bagian Barat	0,60	166,67
45	Maluku - Kesui (Seram Timur)	0,76	211,11
46	Maluku - Kian Darat (Seram Timur)	0,61	169,44
47	Maluku - Kisar	0,57	158,33
48	Maluku - Kobisonta (Seram Utara)	0,59	163,89
49	Maluku - Laimu (Seram Selatan)	0,67	186,11
50	Maluku - Larat	0,54	150,00
51	Maluku - Liran	1,22	338,89
52	Maluku - Luhu (Seram bagian Barat)	0,61	169,44
53	Maluku - Mako (Buru)	0,58	161,11
54	Maluku - Masohi (Maluku Tengah)	0,57	158,33
55	Maluku - Moa	0,51	141,67
56	Maluku - Namlea	0,60	166,67
57	Maluku - Namrole (Buru Selatan)	0,77	213,89
58	Maluku - Ondor (Seram Utara)	0,60	166,67
59	Maluku - Pasanea (Seram Utara Barat)	0,63	175,00
60	Maluku - Piru (Seram Barat)	0,61	169,44
61	Maluku - Pulau Buru	0,56	155,56
62	Maluku - Pulau Elat	0,68	188,89
63	Maluku - Saumlaki	0,51	141,67
64	Maluku - Serwaru	0,54	150,00
65	Maluku - Taniwel (Seram Barat)	0,58	161,11
66	Maluku - Tehoru (Seram Selatan)	0,64	177,78
67	Maluku - Tual	0,58	161,11
68	Maluku - Wahai (Seram Utara)	0,63	175,00
69	Maluku - Werinama (Seram Timur)	0,67	186,11
70	Maluku - Wetar	1,12	311,11
71	Maluku Utara - Bere-Bere (Morotai)	0,69	191,67
72	Maluku Utara - Bicoli (Halmahera Timur)	0,66	183,33
73	Maluku Utara - Buli (Halmahera Timur)	0,65	180,56
74	Maluku Utara - Daruba (Morotai)	0,60	166,67

No	Wilayah	Faktor Emisi ($kgCO_2e/kWh$)	Faktor Emisi ($kgCO_2e/GJ$)
75	Maluku Utara - Ibu (Halmahera Barat)	0,60	166,67
76	Maluku Utara - Jailolo (Halmahera Barat)	0,57	158,33
77	Maluku Utara - Kedi (Halmahera Barat)	0,69	191,67
78	Maluku Utara - Lolobata (Halmahera TImur)	0,70	194,44
79	Maluku Utara - Maba (Halmahera Timur)	0,61	169,44
80	Maluku Utara - Malifut (Halmahera Utara)	0,63	175,00
81	Maluku Utara - Ternate - Tidore	0,48	133,33
82	Maluku Utara - Tobelo	0,59	163,89
83	Maluku Utara - Weda (Halmahera Tengah)	0,63	175,00
84	Nusa Tenggara Barat - Bima	0,55	152,78
85	Nusa Tenggara Barat - Lombok	1,61	447,22
86	Nusa Tenggara Barat - Sumbawa	0,70	194,44
87	Nusa Tenggara Timur - Adonara	0,59	163,89
88	Nusa Tenggara Timur - Alor	0,58	161,11
89	Nusa Tenggara Timur - Ende	1,03	286,11
90	Nusa Tenggara Timur - Lembata	0,22	61,11
91	Nusa Tenggara Timur - Manggarai	0,28	77,78
92	Nusa Tenggara Timur - Maumere	0,56	155,56
93	Nusa Tenggara Timur - Rote	0,59	163,89
94	Nusa Tenggara Timur - Timor	0,69	191,67
95	Nusa Tenggara Timur - Waingapu	0,55	152,78
96	Papua - Biak	0,57	158,33
97	Papua - Jayapura	0,51	141,67
98	Papua - Merauke	0,55	152,78
99	Papua - Nabire	0,52	144,44
100	Papua - Serui	0,59	163,89
101	Papua - Timika	0,57	158,33
102	Papua Barat - Manokwari	0,56	155,56
103	Papua Barat - Sorong	0,56	155,56
104	Riau - Bengkalis (Riau)	0,01	2,78
105	Riau - Concong Luar (Riau)	0,67	186,11
106	Riau - Kota Lama (Riau)	0,59	163,89
107	Riau - Lemang (Riau)	0,56	155,56
108	Riau - Pulau Halang (Riau)	0,60	166,67
109	Riau - Selat Panjang (Riau)	0,51	141,67

No	Wilayah	Faktor Emisi ($kgCO_2e/kWh$)	Faktor Emisi ($kgCO_2e/GJ$)
110	Riau - Sumatera	0,94	261,11
111	Riau - Sungai Guntung (Riau)	0,58	161,11
112	Riau - Tanjung Samak (Riau)	0,56	155,56
113	Riau - Teluk Dalam (Riau)	0,69	191,67
114	Riau - Teluk Ketapang (Riau)	0,76	211,11
115	Riau - Tembilahan (Riau)	0,66	183,33
116	Sulawesi Barat - Sulselbar	0,95	263,89
117	Sulawesi Selatan - Pulau Tello	0,91	252,78
118	Sulawesi Selatan - Sulselbar	0,95	263,89
119	Sulawesi Tengah - Ampana	0,61	169,44
120	Sulawesi Tengah - Balantak	0,67	186,11
121	Sulawesi Tengah - Bualemo	0,71	197,22
122	Sulawesi Tengah - Bulungkobit	0,91	252,78
123	Sulawesi Tengah - Bunta	0,60	166,67
124	Sulawesi Tengah - Kotaraya	0,49	136,11
125	Sulawesi Tengah - Lelang	0,60	166,67
126	Sulawesi Tengah - Lipulalongo	0,71	197,22
127	Sulawesi Tengah - Lumbi-lumbia	0,78	216,67
128	Sulawesi Tengah - Luwuk	0,60	166,67
129	Sulawesi Tengah - Palapas-Palu	0,54	150,00
130	Sulawesi Tengah - Paposta	0,02	5,56
131	Sulawesi Tengah - Salakan	0,58	161,11
132	Sulawesi Tengah - Toili	0,60	166,67
133	Sulawesi Tengah - Toli-Toli	0,50	138,89
134	Sulawesi Tengah - Wakai	0,72	200,00
135	Sulawesi Tenggara - Bau-Bau	0,74	205,56
136	Sulawesi Tenggara - Kendari	1,02	283,33
137	Sulawesi Tenggara - Kolaka	0,46	127,78
138	Sulawesi Tenggara - Lambuya	0,56	155,56
139	Sulawesi Tenggara - Raha	0,57	158,33
140	Sulawesi Tenggara - Wangi-Wangi	0,51	141,67
141	Sulawesi Utara - Biaro	0,60	166,67
142	Sulawesi Utara - Bukide	1,77	491,67
143	Sulawesi Utara - Karakelang (Talaud)	0,53	147,22
144	Sulawesi Utara - Karatung	0,64	177,78

No	Wilayah	Faktor Emisi ($kgCO_2e/kWh$)	Faktor Emisi ($kgCO_2e/GJ$)
145	Sulawesi Utara - Lirung	0,57	158,33
146	Sulawesi Utara - Makalehi	0,72	200,00
147	Sulawesi Utara - Mangaran	0,62	172,22
148	Sulawesi Utara - Marampit	0,79	219,44
149	Sulawesi Utara - Marore	0,63	175,00
150	Sulawesi Utara - Miangas	0,66	183,33
151	Sulawesi Utara - Nanedakele	0,86	238,89
152	Sulawesi Utara - Siau	0,53	147,22
153	Sulawesi Utara - Sulutgo	0,78	216,67
154	Sulawesi Utara - Tagulandang	0,55	152,78
155	Sulawesi Utara - Tahuna (Sangihe)	0,58	161,11
156	Sumatera Barat - Pagai Selatan	0,66	183,33
157	Sumatera Barat - Siberut	0,70	194,44
158	Sumatera Barat - Siberut Utara	0,71	197,22
159	Sumatera Barat - Sipora	0,67	186,11
160	Sumatera Barat - Sumatera	0,94	261,11
161	Sumatera Selatan - Sumatera	0,94	261,11
162	Sumatera Utara - Nias	0,75	208,33
163	Sumatera Utara - Sumatera	0,94	261,11

Sumber: KESDM (2019)

Pengguna tidak perlu menginput nilai faktor emisi secara manual karena sistem akan:
- mengisi otomatis untuk nasional, atau
- menyesuaikan berdasarkan wilayah yang dipilih.

c. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja penghitungan emisi konsumsi listrik ditunjukkan sebagaimana pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Format Kertas Kerja Konsumsi Listrik

Isi Nomor Pelanggan / Akun SPKLU	Isi Lokasi	Pilih Jaringan Listrik	Isi Konsumsi Listrik (kWh)	Konsumsi Listrik (gigajoule) (otomatis)	Faktor Emisi (otomatis)	Nilai Emisi (otomatis)

Penjelasan kolom:

1. **Isi Nomor Pelanggan / Akun SPKLU**
   Diisi dengan nomor pelanggan sesuai yang tercantum ditagihan listrik atau akun SPKLU sesuai yang tercantum pada aplikasi.
   Contoh:
   - 86XXX1234XX5

   Kolom ini digunakan sebagai identitas pengguna listrik.

2. **Isi Nama Lokasi**
   Diisi dengan lokasi fisik meteran listrik yang digunakan.
   Contoh:
   - Kantor Pusat
   - Pabrik A
   - Cabang Bandung

   Kolom ini membantu pengguna mengidentifikasi lokasi sumber emisi.

3. **Pilih Wilayah Sistem Kelistrikan**
   Pengguna dapat memilih Indonesia jika ingin menggunakan faktor emisi nasional atau memilih wilayah tertentu jika ingin menggunakan faktor emisi spasial.
   Contoh:
   - Jambi - Sumatera
   - Jawa Timur - Jamali
   - Papua - Nabire

4. **Isi Konsumsi Listrik (kWh)**
   Diisi dengan jumlah konsumsi listrik selama periode pelaporan, nilai yang dimasukan harus mengikuti satuan kWh.
   Contoh:
   - 1.500
   - 10.000

   Sumber data:
   - tagihan PLN
   - meter listrik

5. **Konsumsi Listrik (gigajoule) (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis berdasarkan konsumsi listrik (kWh) yang diisi selama periode pelaporan.

6. **Faktor Emisi (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis berdasarkan wilayah dan jaringan listrik yang dipilih.
   Contoh:
   - Jika memilih Indonesia: **0,79 (nasional)**
   - Jika memilih wilayah → sesuai faktor emisi regional

7. **Nilai Emisi (otomatis)**
   Kolom ini menampilkan hasil penghitungan nilai emisi secara otomatis berdasarkan formula:

Total Konsumsi Listrik × Faktor Emisi Listrik

d. Studi Kasus

■ **Kasus 1 – Menggunakan Faktor Emisi Nasional**

Data:

- Nomor Pelanggan: 86XXX1234XX5
- Lokasi: Kantor Pusat Jakarta
- Jaringan Listrik: Indonesia - Nasional
- Konsumsi listrik: 1.500 kWh atau setara 5,4 GJ

Keterangan: Perusahaan memilih faktor emisi nasional tanpa melihat wilayah sebesar 0,79 $kgCO_2e/kWh$

Penghitungan:

Nilai Emisi = 1.500 kWh × 0,79 $kgCO_2e/kWh$ = 1.185 $kgCO_2e$

Dengan demikian, emisi dari konsumsi listrik adalah **1.185 $kgCO_2e$**.

■ **Kasus 2 – Menggunakan Faktor Emisi Spasial**

Data:

- Nomor Pelanggan: 86XXX1234XX5
- Lokasi: Pabrik Jawa Barat
- Jaringan Listrik: Jawa Barat - Jamali
- Konsumsi listrik: 1.500 kWh atau setara 5,4 GJ

Keterangan: Perusahaan memilih faktor emisi sesuai wilayah (otomatis) sebesar 0,87 $kgCO_2e/kWh$

Penghitungan:

Nilai Emisi = 1.500 kWh × 0,87 $kgCO_2e/kWh$ = 1.305 $kgCO_2e$

Dengan demikian, emisi dari konsumsi listrik adalah **1.305 $kgCO_2e$**.

■ **Kasus 3 – Menggunakan Kendaraan Listrik dengan Pengisian Baterai di SPKLU**

Data:

- Nomor Akun SPKLU: 86XXX1234XX5
- Lokasi: Kantor di Lampung
- Jaringan Listrik: Lampung – Sumatera
- Konsumsi listrik: 1.500 kWh atau setara 5,4 GJ

Keterangan: Perusahaan memilih faktor emisi sesuai wilayah (otomatis) sebesar 0,94 $kgCO_2e/kWh$

Penghitungan:

Nilai Emisi = 1.500 kWh × 0,94 $kgCO_2e/kWh$ = 1.410 $kgCO_2e$

Dengan demikian, emisi dari konsumsi listrik adalah **1.410 $kgCO_2e$**.

BAB 5

PENGHITUNGAN EMISI *SCOPE* 3: EMISI TIDAK LANGSUNG DARI PERJALANAN DINAS



BAB 5

PENGHITUNGAN EMISI *SCOPE* 3: EMISI TIDAK LANGSUNG DARI PERJALANAN DINAS



Perjalanan dinas merupakan sumber emisi tidak langsung bagi sebuah entitas. Emisi tersebut timbul dari aktivitas perjalanan yang dilakukan oleh pegawai untuk kepentingan pekerjaan. Pada tahap pengembangan Kalkulator Hijau saat ini, cakupan perjalanan dinas tersebut meliputi:

1. **Perjalanan dinas menggunakan pesawat terbang**,
2. **Perjalanan dinas menggunakan kereta api**, dan
3. **Perjalanan dinas menggunakan akomodasi hotel**.

Ketiga subkategori tersebut dimasukkan dalam *scope* 3 karena emisi tidak dihasilkan langsung oleh entitas, melainkan timbul dari jasa transportasi atau akomodasi yang digunakan.

5.1. Perjalanan Dinas Menggunakan Pesawat Terbang

Perjalanan dinas menggunakan pesawat terbang adalah aktivitas perjalanan dinas di dalam negeri dan luar negeri yang menggunakan pesawat terbang sebagai alat transportasi. Adapun dokumen pendukung dalam pengembangan metodologi penghitungan emisi mengacu pada Kajian Teknis Penghitungan Emisi Karbon *Scope* 3: Perjalanan Dinas Menggunakan Transportasi Udara[5].

a. Konsep dan Formula Penghitungan

Emisi dari perjalanan dinas menggunakan pesawat dihitung berdasarkan **jarak tempuh penerbangan** dan **faktor emisi per orang per kilometer** sesuai kelas penerbangan. Formula yang digunakan adalah:

$$\textit{Nilai Emisi } (kgCO_2e) = \textit{Jarak Tempuh (km)} \times \textit{Faktor Emisi Pesawat Terbang } (kgCO_2e/orang/km)$$

Jarak tempuh dihitung secara otomatis oleh sistem berdasarkan kota/bandara asal dan kota/bandara tujuan.

[5]Bank Indonesia (2026)

b. Tabel Faktor Emisi Pesawat Terbang

Sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 10**, perjalanan udara domestik dibagi berdasarkan kelompok jarak dan kelas penerbangan.

Tabel 10. Faktor Emisi Perjalanan Dinas Pesawat Dalam Negeri

Kelas Penerbangan	Faktor Emisi ($kgCO_2e$/org/km)		
	Short haul (< 926 km)	*Medium haul* (926–1.852 km)	*Long haul* (>1.852 km)
Ekonomi	0,120	0,089	0,078
Bisnis	0,216	0,160	0,140

Sumber: Bank Indonesia (2026)

Sedangkan perjalanan udara luar negeri ditunjukkan sebagaimana pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Faktor Emisi Perjalanan Dinas Pesawat Luar Negeri

Kelas Penerbangan	Faktor Emisi ($kgCO_2e$/org/km)
Ekonomi	0,06449
Ekonomi Premium	0,10318
Bisnis	0,18701
First Class	0,25794

Sumber: DEFRA (2025)[6]

Dalam kertas kerja, pengguna tidak perlu mengisi faktor emisi secara manual. Sistem akan memilih faktor emisi secara otomatis berdasarkan:

- status perjalanan (dalam negeri atau luar negeri),
- jarak tempuh,
- kelas penerbangan.

Keterangan: Pilihan kota mengacu pada daftar bandara ICAO[7].

c. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja untuk perjalanan dinas menggunakan pesawat ditunjukkan pada **Tabel 12**.

Tabel 12. Format Kertas Kerja Perjalanan Dinas Menggunakan Pesawat Terbang

Isi Tanggal Perjalanan	Konversi Tanggal (otomatis)	Isi Nama Pegawai	Pilih Kota Awal	Pilih Kota Tujuan	Pilih Kelas Penerbangan	Jarak Tempuh (otomatis)	Status (otomatis)	Faktor Emisi (otomatis)	Nilai Emisi (otomatis)

Penjelasan masing-masing kolom adalah sebagai berikut:

1. Isi Tanggal Perjalanan

Diisi dengan tanggal keberangkatan perjalanan dinas.

Contoh:

- 15/01/2026
- 03/03/2026

Kolom ini digunakan untuk mendokumentasikan waktu perjalanan.

[6]https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2025
[7]https://ourairports.com/data/airports.csv

2. **Konversi Tanggal (otomatis)**
   Kolom ini terisi otomatis oleh sistem berdasarkan format tanggal yang diinput pengguna. Digunakan untuk memvalidasi tanggal perjalanan yang diisi oleh pengguna.

3. **Isi Nama Pegawai**
   Diisi dengan nama pegawai yang melakukan perjalanan dinas.
   Contoh:
   - Andi Pratama
   - Siti Rahma

   Kolom ini memudahkan identifikasi pelaku perjalanan.

4. **Pilih Kota Awal**
   Dipilih dari daftar kota/bandara keberangkatan yang tersedia dalam sistem.

5. **Pilih Kota Tujuan**
   Dipilih dari daftar kota/bandara tujuan yang tersedia dalam sistem.

6. **Pilih Kelas Penerbangan**
   Dipilih sesuai kelas tiket yang digunakan. Untuk perjalanan domestik, opsi yang tersedia meliputi:
   - Ekonomi, dan
   - Bisnis.

   Untuk perjalanan luar negeri, opsi yang tersedia meliputi:
   - Ekonomi,
   - Ekonomi Premium,
   - Bisnis, dan
   - First Class.

7. **Jarak Tempuh (otomatis)**
   Kolom ini terisi otomatis berdasarkan kota awal dan kota tujuan. Penghitungan jarak dilakukan oleh sistem menggunakan metode ***Great Circle Distance***.

8. **Status (otomatis)**
   Kolom ini menunjukkan apakah perjalanan termasuk:
   - **DN (Dalam Negeri)**, atau
   - **LN (Luar Negeri)**

   Status ditentukan secara otomatis berdasarkan pasangan kota/bandara asal dan tujuan. Apabila kota awal dan kota tujuan sama-sama di Indonesia, maka status akan menunjukkan "DN (Dalam Negeri)". Sedangkan apabila kota awal dan kota tujuan salah satu atau keduanya berada di luar Indonesia, maka status akan menunjukkan "LN (Luar Negeri)".

9. **Faktor Emisi (otomatis)**
   Kolom ini terisi otomatis berdasarkan status perjalanan, kelas penerbangan, dan kelompok jarak.

10. **Nilai Emisi (otomatis)**
    Kolom ini menampilkan hasil penghitungan emisi secara otomatis berdasarkan formula:

    Jarak Tempuh × Faktor Emisi Pesawat Terbang

d. Studi Kasus

■ **Kasus 1 – Perjalanan Dalam Negeri**
Seorang pegawai melakukan perjalanan dinas dari **CGK - Jakarta** ke **SUB - Surabaya** dengan kelas **ekonomi**.

Misalkan sistem menghitung jarak tempuh sebesar **691,21 km**. Karena jarak tersebut kurang dari 926 km, perjalanan dikategorikan sebagai ***short haul* dalam negeri**. Faktor emisi yang digunakan (otomatis) adalah **0,120 $kgCO_2e$/org/km**.
maka,

$$Nilai\ Emisi\ (kgCO_2e) = 691{,}21\ km \times 0{,}120\ kgCO_2e/org/km = 82{,}9\ kgCO_2e$$

Dengan demikian, emisi dari perjalanan dinas tersebut adalah **82,9 $kgCO_2e$**.

■ **Kasus 2 – Perjalanan Luar Negeri**
Seorang pegawai melakukan perjalanan dinas dari **CGK - Jakarta** ke **NRT - Tokyo** dengan kelas **ekonomi**.

Misalkan sistem menghitung jarak tempuh sebesar **14.309,46 km**. Karena perjalanan ini berstatus **luar negeri**, faktor emisi yang digunakan (otomatis) mengikuti **DEFRA (2025)** untuk kelas ekonomi, yaitu **0,06449 $kgCO_2e$/org/km**.
maka,

$$Nilai\ Emisi\ (kgCO_2e) = 14.309{,}46\ km \times 0{,}06449\ kgCO_2e/org/km = 922{,}81\ kgCO_2e$$

Dengan demikian, emisi dari perjalanan dinas tersebut adalah sekitar **922,81 $kgCO_2e$**.

5.2. Perjalanan Dinas Menggunakan Kereta Api

Perjalanan dinas menggunakan kereta adalah aktivitas perjalanan dinas dalam negeri yang menggunakan kereta api sebagai alat transportasi. Adapun dokumen pendukung dalam pengembangan metodologi penghitungan emisi dari konsumsi listrik mengacu pada Kajian Teknis Penghitungan Emisi Karbon *Scope* 3: Perjalanan Dinas Menggunakan Transportasi Kereta Api[8].

a. Konsep dan Formula Penghitungan
Emisi perjalanan dinas dengan kereta api dihitung berdasarkan **jarak tempuh** dan **faktor emisi per orang per kilometer** sesuai kelas kereta.
Formula yang digunakan adalah:

$$Nilai\ Emisi\ (kgCO_2e) = Jarak\ Tempuh\ (km) \times Faktor\ Emisi\ Kereta\ Api\ (kgCO_2e/org/km)$$

b. Tabel Faktor Emisi Kereta Api
Sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 13**, faktor emisi perjalanan kereta api mengikuti faktor emisi yang dikeluarkan oleh **PT KAI (2025)**.

[8]Bank Indonesia (2026)

Tabel 13. Faktor Emisi Perjalanan Dinas Menggunakan Kereta Api

Kelas	FE Kereta Api ($kgCO_2e$/org/km)
Ekonomi	0,01219
Bisnis	0,01308
Eksekutif	0,01750
Panoramic	0,02469
Luxury	0,02804
Priority	0,03044
Compartment	0,04390

Sumber: KAI (2025)

Pengguna tidak perlu mengisi faktor emisi secara manual. Faktor emisi akan muncul otomatis berdasarkan kelas kereta yang dipilih.

c. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja kereta api ditunjukkan sebagaimana pada **Tabel 14**.

Tabel 14. Format Kertas Kerja Perjalanan Dinas Menggunakan Kereta Api

Isi Tanggal Perjalanan	Konversi Tanggal (otomatis)	Isi Nama Pegawai	Isi Kota Awal	Isi Kota Tujuan	Isi Jarak Tempuh (km)	Pilih Kelas Kereta Api	Faktor Emisi (otomatis)	Nilai Emisi (otomatis)

Penjelasan masing-masing kolom adalah sebagai berikut:

1. **Isi Tanggal Perjalanan**
   Diisi dengan tanggal keberangkatan perjalanan dinas.
   Contoh:
   - 15/01/2026
   - 03/03/2026

   Kolom ini digunakan untuk mendokumentasikan waktu perjalanan.

2. **Konversi Tanggal (otomatis)**
   Kolom ini terisi otomatis oleh sistem berdasarkan format tanggal yang diinput pengguna. Digunakan untuk memvalidasi tanggal perjalanan yang diisi oleh pengguna.

3. **Isi Nama Pegawai**
   Diisi dengan nama pegawai yang melakukan perjalanan dinas.
   Contoh:
   - Andi Pratama
   - Siti Rahma

   Kolom ini memudahkan identifikasi pelaku perjalanan.

4. **Isi Kota Awal**
   Diisi dengan kota asal keberangkatan.

5. **Isi Kota Tujuan**
   Diisi dengan kota tujuan perjalanan.

6. **Isi Jarak Tempuh (km)**
   Diisi dengan jarak tempuh perjalanan kereta api dalam kilometer.

7. **Pilih Kelas Kereta Api**
   Dipilih sesuai kelas tiket yang digunakan.

8. **Faktor Emisi (otomatis)**
   Kolom ini terisi otomatis sesuai kelas kereta api yang dipilih.

9. **Nilai Emisi (otomatis)**
   Kolom ini menampilkan hasil penghitungan emisi secara otomatis berdasarkan formula:

Jarak Tempuh × Faktor Emisi Kereta Api

d. Studi Kasus

Dua orang pegawai melakukan perjalanan dinas dari **Jakarta** ke **Bandung** menggunakan kereta kelas **eksekutif.** Untuk menghitung jarak Jakarta ke Bandung, pengguna menggunakan aplikasi Google Maps dengan asumsi perjalanan menggunakan mobil. Google Maps menunjukkan perjalanan akan menempuh jarak sejauh **150 km**.
Faktor emisi untuk kelas Eksekutif (otomatis) adalah **0,01750 kgCO_2e/org/km**.
maka,

Nilai Emisi = 150 km × 0,01750 kgCO_2e/org/km = 2,625 kgCO_2e

Dengan demikian, emisi perjalanan untuk 2 orang pegawai adalah **2 orang** × **2,625 kgCO_2e per orang** = **5,25 kgCO_2e.**

5.3. Perjalanan Dinas Menggunakan Akomodasi Hotel

Perjalanan dinas di dalam negeri dan luar negeri dengan menggunakan hotel sebagai akomodasi. Adapun dokumen pendukung dalam pengembangan metodologi penghitungan emisi dari konsumsi listrik mengacu pada Kajian Teknis Penghitungan Emisi Karbon *Scope* 2: Emisi Pemakaian Listrik

a. Konsep dan Formula Penghitungan

Emisi dari akomodasi hotel dihitung berdasarkan **jumlah hari menginap** dan **faktor emisi hotel per kamar per hari**.

Formula yang digunakan adalah:

Nilai Emisi ($kgCO_2e$) = Jumlah Hari Menginap (hari) × Faktor Emisi Hotel ($kgCO_2e$/hari/kamar)

Dalam Kalkulator Hijau, faktor emisi hotel dibedakan berdasarkan negara tempat hotel berada.

b. Tabel Faktor Emisi Hotel

Sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 15**, faktor emisi hotel tersedia untuk Indonesia dan berbagai negara lain.

Tabel 15. Faktor Emisi Akomodasi Hotel

No	Negara	Faktor Emisi ($kgCO_2e$/hari/kamar)
1	Indonesia	49,37
2	Australia	35,00
3	Belgium	12,20
4	Brazil	8,70
5	Canada	7,40
6	Chile	27,60
7	China	53,50
8	Colombia	14,70
9	Costa Rica	4,70
10	Egypt	44,20
11	France	6,70
12	Germany	13,20
13	Hong Kong	51,50
14	India	58,90
15	Italy	14,30
16	Japan	39,00
17	Jordan	68,90
18	Korea	55,80
19	Malaysia	61,50
20	Maldives	152,20
21	Mexico	19,30
22	Netherlands	14,80
23	Oman	90,30
24	Philippines	54,30
25	Portugal	19,00
26	Qatar	86,20

No	Negara	Faktor Emisi ($kgCO_2e$/hari/kamar)
27	Russian Federation	24,20
28	Saudi Arabia	106,40
29	Singapore	24,50
30	South Africa	51,40
31	Spain	7,00
32	Switzerland	6,60
33	Thailand	43,40
34	Turkey	32,10
35	UAE	63,80
36	United Kingdom	10,40
37	United States	16,10
38	Vietnam	38,50

Sumber: Bank Indonesia (2026), DEFRA (2025)

Untuk Indonesia, nilai **49,37 $kgCO_2e$/hari/kamar** merupakan **nilai median dari 39 hotel kelas bisnis/*mid-scale* di Indonesia**. Untuk negara lain, faktor emisi yang digunakan mengacu ke DEFRA (2025).

Pengguna tidak perlu mengisi faktor emisi secara manual karena akan muncul otomatis sesuai negara yang dipilih.

c. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja hotel ditunjukkan sebagaimana pada **Tabel 16**.

Tabel 16. Format Kertas Kerja Perjalanan Dinas Menggunakan Akomodasi Hotel

Isi Tanggal Mulai	Konversi Tanggal (otomatis)	Isi Tanggal Akhir	Konversi Tanggal (otomatis)	Isi Nama Pegawai	Pilih Negara	Jumlah Hari Menginap (otomatis)	Faktor Emisi (otomatis)	Nilai Emisi (otomatis)

Penjelasan masing-masing kolom adalah sebagai berikut:

1. **Isi Tanggal Mulai**
   Diisi dengan tanggal mulai menginap.
   Contoh:
   - 15/01/2026
   - 03/03/2026

   Kolom ini digunakan untuk mendokumentasikan waktu menginap.

2. **Konversi Tanggal**
   Kolom ini terisi otomatis oleh sistem berdasarkan format tanggal yang diinput pengguna. Digunakan untuk memvalidasi tanggal mulai menginap yang diisi oleh pengguna.

3. **Isi Tanggal Akhir**
   Diisi dengan tanggal selesai menginap.
   Contoh:
   - 18/01/2026
   - 06/03/2026

   Kolom ini digunakan untuk mendokumentasikan waktu menginap.

4. **Konversi Tanggal**
   Kolom ini terisi otomatis oleh sistem berdasarkan format tanggal yang diinput pengguna. Digunakan untuk memvalidasi tanggal selesai menginap yang diisi oleh pengguna.

5. **Isi Nama Pegawai**
   Diisi dengan nama pegawai yang menginap.
   Contoh:
   - Nabil Alfarizi

6. **Pilih Negara**
   Dipilih sesuai negara lokasi hotel.
   Contoh:
   - Amerika Serikat

7. **Jumlah Hari Menginap (otomatis)**
   Kolom ini dihitung otomatis berdasarkan tanggal mulai dan tanggal akhir.

8. **Faktor Emisi (otomatis)**
   Kolom ini terisi otomatis sesuai negara yang dipilih.

9. **Nilai Emisi (otomatis)**
   Kolom ini menampilkan hasil penghitungan emisi secara otomatis berdasarkan formula:

Jumlah Hari Menginap × Faktor Emisi Hotel

d. Studi Kasus

Dua orang pegawai melakukan perjalanan dinas ke **Singapura** dan menginap di dua kamar selama **3 hari**.
Faktor emisi hotel untuk Singapura (otomatis) adalah **24,50 kgCO_2e/hari/kamar**.
maka,

Nilai Emisi= 3 hari × 24,50 kgCO_2e/hari/kamar = 73,50 kgCO_2e

Dengan demikian, emisi akomodasi hotel untuk 2 kamar adalah **2 kamar 73,50 kgCO_2e per kamar** = **147 kgCO_2e.**

BAB 6

PENGHITUNGAN EMISI *SCOPE* 3: EMISI TIDAK LANGSUNG DARI EMISI YANG DIBIAYAI



BAB 6

PENGHITUNGAN EMISI *SCOPE* 3: EMISI TIDAK LANGSUNG DARI EMISI YANG DIBIAYAI



Emisi yang dibiayai (*financed emissions*) merupakan emisi GRK yang berasal dari aktivitas debitur atau proyek yang dibiayai oleh lembaga keuangan, dan diatribusikan secara proporsional kepada pemberi pembiayaan. Dalam konteks sektor perbankan, *financed emissions* merupakan komponen utama *scope* 3 dan umumnya menjadi kontributor terbesar terhadap total emisi portofolio.

Penghitungan emisi yang dibiayai dalam Kalkulator Hijau mengacu pada prinsip Partnership for Carbon Accounting Financials (PCAF), dengan pendekatan sebagai berikut:

- Emisi diatribusikan berdasarkan proporsi pembiayaan terhadap total nilai perusahaan atau proyek
- Menggunakan data terbaik yang tersedia (*best available data*)
- Mengikuti hirarki kualitas data (*data quality score*)
- Menghindari *double counting* dalam portofolio

Penghitungan *financed emissions* dalam Kalkulator Hijau mengacu pada prinsip umum:

Emisi yang dibiayai ($kgCO_2e$) = Proporsi Pembiayaan × Emisi Entitas yang Dibiayai ($kgCO_2e$/Rp juta)

Pendekatan ini selaras dengan standar internasional seperti PCAF, yang menggunakan konsep ***attribution factor*** untuk menentukan porsi emisi yang diakui oleh lembaga keuangan.
Secara umum, *attribution factor* dihitung sebagai:

Attribution Factor = Nilai Pembiayaan / Nilai Aset

Nilai aset dapat berupa:

- Utang + Modal Perusahaan
- *Enterprise Value Including Cash* (EVIC),
- Nilai proyek, atau
- Nilai valuasi agunan (untuk aset ritel seperti Kredit Properti/KKB).

Pemilihan nilai aset disesuaikan dengan jenis pembiayaan dan ketersediaan data.

Akurasi penghitungan *financed emissions* sangat bergantung pada kualitas data emisi yang digunakan. Oleh karena itu, metodologi ini mengadopsi kerangka ***data quality scoring*** yang dikembangkan oleh PCAF, yang mengklasifikasikan kualitas data dalam lima tingkat.

Tabel 17. Klasifikasi Kualitas Data Financed Emissions (PCAF)

Kualitas Data (Skor)	Opsi untuk Mengestimasi Emisi yang Dibiayai	Kapan Menggunakan Opsi Ini
1	Opsi 1: Emisi yang Dilaporkan	1a: Nilai *outstanding* pada perusahaan dan total utang & ekuitas EVIC diketahui. Emisi perusahaan tersedia.
		1b: Nilai outstanding pada perusahaan dan EVIC diketahui. Emisi perusahaan yang belum diverifikasi tersedia.
2	Opsi 2: Emisi berdasarkan Aktivitas Fisik (***Physical Activity-based Emissions***)	2a: Nilai *outstanding* dan EVIC diketahui. Emisi perusahaan tidak tersedia. Emisi dihitung menggunakan data aktivitas fisik utama perusahaan (misalnya konsumsi energi) dan faktor emisi spesifik terhadap data tersebut. Emisi proses relevan ditambahkan.
3		2b: Nilai *outstanding* dan EVIC diketahui. Emisi perusahaan tidak tersedia. Emisi dihitung menggunakan data aktivitas fisik utama perusahaan dan faktor emisi spesifik.
4	Opsi 3: Emisi berdasarkan Aktivitas Ekonomi (***Economic Activity-based Emissions***)	3a: Nilai *outstanding* dan EVIC diketahui, serta pendapatan (*revenue*) perusahaan diketahui. Faktor emisi sektor per unit pendapatan diketahui (misalnya tCO_2e per euro/dolar pendapatan di suatu sektor).
5		3b: Nilai *outstanding* diketahui. Faktor emisi sektor per unit aset diketahui (misalnya tCO_2e per euro/dolar aset di suatu sektor).
		3c: Nilai *outstanding* diketahui. Faktor emisi sektor per unit pendapatan dan rasio perputaran aset (*asset turnover*) sektor diketahui.

Sumber: PCAF (2025)

6.1. Prinsip Penggunaan Data

Penggunaan data dapat mengikuti prinsip hierarki kualitas data (*data quality score*) yang mengacu pada pendekatan estimasi emisi, sebagai berikut:

a. Mengutamakan data emisi yang dilaporkan (Skor 1–2)
Penghitungan emisi dilakukan menggunakan data emisi aktual perusahaan (*reported emissions*), baik yang telah diverifikasi maupun yang belum diverifikasi, dengan syarat nilai *outstanding* dan *enterprise value including cash* (EVIC) tersedia.

b. Menggunakan pendekatan berdasarkan aktivitas fisik (Skor 2–3)
Dalam hal data emisi perusahaan tidak tersedia, penghitungan dilakukan menggunakan data aktivitas fisik utama perusahaan (misalnya konsumsi energi) yang dikombinasikan dengan faktor emisi spesifik. Pendekatan ini tetap memerlukan ketersediaan data *outstanding* dan EVIC.

c. Menggunakan pendekatan berdasarkan aktivitas ekonomi (Skor 4–5)
Apabila data aktivitas fisik tidak tersedia, digunakan pendekatan berbasis indikator ekonomi, seperti pendapatan atau aset, dengan mengacu pada faktor emisi sektoral (misalnya tCO_2e per unit pendapatan atau aset). Pendekatan ini merupakan metode estimasi dengan tingkat ketidakpastian yang lebih tinggi.

Selain itu, setiap hasil penghitungan sebaiknya disertai dengan informasi tingkat kualitas data, transparansi sumber data dan asumsi data yang digunakan, serta konsistensi metode yang diterapkan antarperiode pelaporan.

6.2. Penghitungan Emisi Kredit Usaha/Proyek

Kategori kredit usaha/proyek mencakup pembiayaan yang diberikan kepada entitas usaha maupun proyek tertentu yang menjalankan aktivitas ekonomi dan berpotensi menghasilkan emisi GRK. Dalam Kalkulator Hijau, penghitungan emisi yang dibiayai pada kategori ini dilakukan dengan dua pendekatan secara hierarkis, yaitu: (i) pendekatan berbasis data emisi yang dilaporkan; dan (ii) pendekatan berbasis proksi sektoral. Penggunaan data emisi yang dilaporkan debitur atau proyek merupakan prioritas utama. Apabila data tersebut tidak tersedia, penghitungan dilakukan menggunakan faktor emisi kredit sesuai sektor.

Kategori ini merupakan kontributor utama dalam total emisi yang dibiayai (*financed emissions*). Hal tersebut dikarenakan cakupannya yang meliputi sebagian besar portofolio pembiayaan produktif dan berkaitan erat dengan berbagai aktivitas ekonomi riil. Selain itu, sektor-sektor usaha dan proyek di dalam kategori ini umumnya memiliki tingkat intensitas emisi yang tergolong signifikan.

6.2.1. Pendekatan Berdasarkan Data Emisi yang Dilaporkan

Pendekatan ini digunakan apabila data emisi dari debitur atau proyek tersedia. Dalam pendekatan ini, pengguna tidak perlu mengisi sektor, karena penghitungan dilakukan langsung berdasarkan data emisi yang dilaporkan debitur atau proyek. Pada kategori ini, Kalkulator Hijau membedakan antara kredit usaha dan kredit proyek karena karakteristik penggunaan dananya berbeda. Kredit usaha merupakan pembiayaan kepada entitas usaha tanpa pembatasan penggunaan dana secara spesifik (*unknown use of proceeds*), sedangkan kredit proyek merupakan pembiayaan yang secara spesifik ditujukan untuk suatu proyek tertentu (*known use of proceeds*).

a. Konsep dan Formula Penghitungan

■ **Kredit usaha**

Untuk kredit usaha, emisi yang dibiayai dihitung dengan formula:

$$\textit{Emisi yang Dibiayai } (kgCO_2e) = \textit{Nilai BD Kredit (Rp Juta)} \times \frac{\textit{Total Emisi Debitur per Tahun } (kgCO_2e)}{\textit{EVIC atau Utang + Modal Debitur (Rp Juta)}}$$

Keterangan:

- **Nilai BD Kredit adalah nilai baki debet kredit yang masih terutang pada periode pelaporan.**
- **Total Emisi Debitur adalah total emisi GRK debitur per tahun.**
- **EVIC (Enterprise Value Including Cash) digunakan untuk perusahaan tercatat.**
- **Utang + Modal digunakan sebagai alternatif apabila data EVIC tidak tersedia, khususnya untuk perusahaan tidak tercatat.**

■ **Kredit proyek**

Untuk kredit proyek, emisi yang dibiayai dihitung dengan formula:

$$\textit{Emisi yang Dibiayai } (kgCO_2e) = \textit{Nilai BD Kredit (Rp Juta)} \times \frac{\textit{Total Emisi Debitur per Tahun } (kgCO_2e)}{\textit{Nilai Proyek (Rp Juta)}}$$

Keterangan:

- **Nilai BD Kredit adalah nilai baki debet kredit proyek yang masih terutang pada periode pelaporan.**
- **Total Emisi Proyek adalah total emisi GRK yang dihasilkan dari aktivitas operasional proyek per tahun.**
- **Nilai Proyek adalah total investasi atau total nilai proyek.**

b. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja untuk pendekatan berbasis data emisi yang dilaporkan ditunjukkan sebagaimana **Tabel 18**.

Tabel 18. Format Kertas Kerja Kredit Usaha/Proyek - Berdasarkan Emisi yang Dilaporkan

Isi Nomor Rekening Kredit	Isi Nama Debitur	Pilih Jenis Kredit	Isi Nilai BD Kredit (Rp juta)	Isi Nilai Total Emisi Debitur atau Proyek per Tahun ($kgCO_2e$)	Isi Nilai EVIC atau Utang + Modal (Rp juta)	Nilai Emisi (otomatis)

Penjelasan masing-masing kolom adalah sebagai berikut:

1. **Isi Nomor Rekening Kredit**
   Diisi dengan nomor rekening kredit debitur atau nomor fasilitas pembiayaan.
   Contoh:
   - 030-413-12345678

2. **Isi Nama Debitur**
   Diisi dengan nama debitur atau nama proyek.
   Contoh:
   - Nabila Alfarizi
   - Proyek Pembangunan Gedung Kantor PT ABC

3. **Pilih Jenis Kredit**
   Dipilih sesuai jenis kredit yang diberikan kepada debitur, yaitu kredit usaha atau kredit proyek.

4. **Isi Nilai BD Kredit (Rp juta)**
   Diisi dengan nilai baki debet kredit pada periode pelaporan.
   Contoh:
   - 1.000

5. **Isi Nilai Total Emisi Debitur atau Proyek per Tahun ($kgCO_2e$)**
   Diisi dengan total emisi debitur atau total emisi proyek per tahun.
   Contoh:
   - 15.000

6. **Isi Nilai EVIC atau Utang + Modal (Rp juta)**
   Diisi dengan nilai EVIC apabila tersedia. Apabila EVIC tidak tersedia, digunakan nilai utang + modal debitur. Untuk kredit proyek, kolom ini diisi dengan nilai proyek.
   Contoh:
   - 23.500

7. **Nilai Emisi (otomatis)**
   Kolom ini menampilkan hasil penghitungan emisi secara otomatis berdasarkan formula:

$$\textit{Nilai BD Kredit} \times \frac{\textit{Total Emisi Debitur per Tahun)}}{\textit{EVIC atau Utang + Modal atau Proyek}}$$

Dalam hal bank hanya ingin menghitung total emisi per sektor, bank dapat mengisi nilai BD kredit dan nilai total emisi debitur secara total sektor. Definisi EVIC yang digunakan yaitu jumlah kapitalisasi pasar saham biasa, kapitalisasi pasar saham preferen, nilai buku total utang, dan kepentingan nonpengendali, tanpa pengurangan kas dan setara kas.

c. Studi Kasus

■ **Kredit usaha**

Suatu bank memberikan kredit kepada perusahaan dengan data sebagai berikut:

- **Nomor Rekening Kredit: 123-12-111111**
- **Nama Debitur: PT Sejahtera**
- **Jenis Kredit: Kredit Usaha**
- **Nilai BD Kredit: Rp200 juta**
- **Total Emisi Debitur: 500.000 kgCO2e per tahun**
- **EVIC Perusahaan: Rp10 miliar**

Penghitungan:

$$\textit{Emisi yang Dibiayai} = \textit{Rp200 juta} \times \frac{\textit{500.000 kgCO}_2\textit{e}}{\textit{Rp10.000 juta}} = \textit{10.000 kgCO}_2\textit{e}$$

Hasil ini menunjukkan bahwa dari total emisi perusahaan sebesar 500.000 $kgCO_2e$, sebesar 10.000 $kgCO_2e$ dapat diatribusikan kepada bank berdasarkan proporsi pembiayaan yang diberikan.

■ **Kredit proyek**

Suatu bank memberikan pembiayaan proyek dengan data sebagai berikut:

- **Nomor Rekening Kredit: 123-12-111111**
- **Nama Debitur: PT Sejahtera**
- **Jenis Kredit: Kredit Proyek**
- **Nilai BD Kredit: Rp1 juta**
- **Nilai Proyek: Rp5 juta**
- **Emisi Proyek: 100.000 $kgCO_2e$ per tahun.**

Penghitungan:

$$\textit{Emisi yang Dibiayai} = \textit{Rp1 juta} \times \frac{\textit{100.000 kgCO}_2\textit{e}}{\textit{Rp5 juta}} = \textit{20.000 kgCO}_2\textit{e}$$

Hasil ini menunjukkan bahwa dari total emisi proyek sebesar 100.000 $kgCO_2e$ per tahun, sebesar 20.000 $kgCO_2e$ dapat diatribusikan kepada bank.

d. Kualitas Data (PCAF)

Pendekatan ini termasuk dalam kualitas data yang lebih tinggi karena menggunakan data emisi aktual debitur atau proyek. Kategori kualitas data umumnya berada pada skor 1 sampai 2, tergantung pada apakah data emisi berasal dari laporan terverifikasi atau tidak terverifikasi.

6.2.2. Pendekatan Berdasarkan Emisi Aktivitas Ekonomi

Pendekatan ini digunakan apabila data laporan emisi debitur atau proyek tidak tersedia. Dalam pendekatan ini, PCAF menyarankan penggunaan data intensitas emisi sektoral per unit pendapatan (*revenue*) atau aset. Namun demikian, mengingat keterbatasan data intensitas emisi sektoral tersebut, Kalkulator Hijau merekomendasikan penghitungan menggunakan data intensitas emisi sektoral per unit kredit. Dengan demikian, Kalkulator Hijau tidak meminta pengguna mengisi data pendapatan, *output*, atau variabel makro lainnya. Pengguna cukup mengisi nilai BD kredit dan memilih sektor lapangan usaha. Faktor emisi kredit sesuai sektor akan muncul secara otomatis berdasarkan tabel yang telah ditetapkan dalam sistem.

a. Konsep dan Formula Penghitungan

Pendekatan ini menggunakan model distribusi emisi secara bertingkat (*top-down allocation model*) yang mengaitkan emisi nasional, struktur ekonomi, dan distribusi kredit sektoral. Dalam model ini, emisi nasional diasumsikan dihasilkan oleh aktivitas ekonomi yang tercermin dalam PDB harga berlaku. Selanjutnya, emisi kredit nasional sektoral dihitung secara proporsional dari total kredit baru nasional sektoral terhadap PDB harga berlaku. Setelah itu, emisi pada tingkat sektor dialokasikan ke tingkat debitur berdasarkan proporsi nilai BD kredit debitur terhadap total nilai BD kredit nasional pada sektor yang sama.

Tahap pertama adalah menghitung atribusi emisi nasional ke emisi kredit nasional per sektor:

$$\text{Emisi Kredit Nasional Sektoral } (kgCO_2e) = \frac{\text{Total Kredit Baru Nasional Sektoral (Rp Juta)}}{\text{PDB Sektoral (Rp Juta)}} X \frac{\text{PDB Sektoral (Rp Juta)}}{\text{PDB Harga Berlaku (Rp Juta)}} X \text{ Emisi Nasional } (kgCO_2e)$$

Dalam tahapan ini, mengingat data emisi nasional bersifat *flow*, maka data PDB dan kredit baru menggunakan data yang bersifat *flow* per tahun agar konsisten.

Setelah diperoleh emisi kredit nasional sektoral per tahun, pada tahap kedua, emisi kredit nasional sektoral yang bersifat tahunan dialokasikan ke debitur menggunakan proporsi baki debet kredit. Pendekatan ini mengasumsikan bahwa distribusi baki debet kredit pada sektor tersebut merepresentasikan distribusi eksposur pembiayaan pada periode yang sama.

$$\text{Emisi yang Dibiayai } (kgCO_2e) = \frac{\text{Nilai BD Kredit Debitur (Rp Juta)}}{\text{Total BD Kredit Nasional Sektoral (Rp Juta)}} X \text{ Emisi Kredit Nasional Sektoral } (kgCO_2e)$$

Secara matematis, formula tersebut disederhanakan menjadi:

$$\text{Emisi yang Dibiayai } (kgCO_2e = \text{Nilai BD Kredit (Rp Juta) X Faktor Emisi Kredit Sektoral } (kgCO_2e/\text{Rp Juta})$$

dimana,

$$\text{Faktor Emisi Kredit Sektoral } (kgCO_2e/\text{Rp juta}) = \frac{\text{Total Kredit Baru Nasional Sektoral (Rp Juta)}}{\text{Total BD Kredit Nasional Sektoral (Rp Juta)}} X \frac{\text{Emisi Nasional } (kgCO_2e)}{\text{PDB Harga Berlaku (Rp Juta)}}$$

Keterangan:

- **Total Kredit Baru Nasional Sektoral adalah penyaluran kredit baru pada sektor terkait selama periode pelaporan.**
- **Total BD Kredit Nasional Sektoral adalah total baki debet kredit yang disalurkan kepada sektor ekonomi yang sama.**
- **Emisi Nasional adalah total emisi gas rumah kaca nasional.**
- **PDB Harga Berlaku adalah jumlah nilai tambah barang dan jasa yang diproduksi dalam suatu periode berdasarkan harga yang berlaku pada tahun tersebut.**

b. Tabel Faktor Emisi Kredit Sektoral

Berdasarkan pengolahan data emisi nasional, PDB nasional, dan distribusi kredit sektoral, diperoleh faktor emisi kredit sektoral sebagaimana pada **Tabel 19**.

Tabel 19. Faktor Emisi Berdasarkan Sektor Lapangan Usaha

No.	Sektor Lapangan Usaha	Faktor Emisi ($kgCO_2e$/Rp juta)
1	Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	1,90000
2	Aktivitas Badan Internasional dan Ekstra Internasional Lainnya	6,79052
3	Aktivitas Jasa Lainnya	2,45539
4	Aktivitas Kesehatan Manusia dan Aktivitas Sosial	4,88607
5	Aktivitas Keuangan dan Asuransi	4,31881
6	Aktivitas Penyewaan dan Penunjang Usaha	3,62558
7	Aktivitas Profesional, Ilmiah dan Teknis	4,40652
8	Aktivitas Rumah Tangga Sebagai Pemberi Kerja	2,07538
9	Bukan Lapangan Usaha Lainnya	1,31987
10	Industri Pengolahan	4,47276
11	Informasi dan Komunikasi	3,20988
12	Kesenian, Hiburan dan Rekreasi	4,68016
13	Konstruksi	2,96958
14	Pendidikan	1,32162
15	Pengadaan Listrik, Gas, Uap/Air Panas dan Udara Dingin	3,66698
16	Pengangkutan dan Pergudangan	1,86573
17	Pengelolaan Air, Limbah, Sampah, dan Aktivitas Remediasi	4,99045
18	Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	1,46423
19	Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	3,65916
20	Pertambangan dan Penggalian	4,78537
21	Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	2,03782
22	Real Estat	3,49258
23	Rumah Tangga	1,44524

Sumber: LBUT (2024), SEKI (2024), Our World in Data (2024) diolah

Tabel ini merupakan tabel yang digunakan dalam Kalkulator Hijau untuk menghasilkan faktor emisi secara otomatis setelah pengguna memilih sektor lapangan usaha. Mengingat data hanya tersedia untuk tahun 2024, data ini perlu diperbaharui secara berkala seiring dengan ketersediaan data.

c. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja untuk pendekatan berdasarkan emisi aktivitas ekonomi sebagaimana pada **Tabel 20**.

Tabel 20. Format Kertas Kerja Kredit Usaha – Berdasarkan Emisi Aktivitas Ekonomi

Isi Nomor Rekening Kredit	Isi Nama Debitur	Isi Nilai BD Kredit (Rp juta)	Pilih Sektor	Faktor Emisi (otomatis)	Nilai Emisi (otomatis)

Dalam hal bank hanya ingin menghitung total emisi per sektor, bank cukup mengisi nilai BD kredit secara total sektor.

Penjelasan masing-masing kolom adalah sebagai berikut:

1. **Isi Nomor Rekening Kredit**
   Diisi dengan nomor rekening kredit debitur atau nomor fasilitas pembiayaan.
   Contoh:
   - 030-413-12345678

2. **Isi Nama Debitur**
   Diisi dengan nama debitur atau nama proyek.
   Contoh:
   - Nabila Alfarizi

3. **Isi Nilai BD Kredit (Rp juta)**
   Diisi dengan nilai baki debet kredit pada periode pelaporan.
   Contoh:
   - 1.000

4. **Pilih Sektor**
   Dipilih sesuai sektor lapangan usaha debitur berdasarkan klasifikasi yang tersedia dalam sistem.

5. **Faktor Emisi (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis sesuai sektor yang dipilih.

6. **Nilai Emisi (otomatis)**
   Kolom ini menampilkan hasil penghitungan emisi secara otomatis berdasarkan formula:

Nilai BD Kredit X Faktor Emisi Kredit Sektoral

d. Studi Kasus

Misalnya suatu bank memberikan kredit dengan data sebagai berikut:
- Nomor Rekening: 030-40-12345678
- Nama: PT XYZ
- Nilai BD Kredit: Rp100 miliar
- Sektor: Industri Pengolahan

Keterangan: Faktor Emisi Sektor Industri Pengolahan berdasarkan tabel adalah 4,47276 $kgCO_2e$/Rp juta.
Penghitungan:

Emisi yang Dibiayai = Rp100.000 juta × 4,47276 $kgCO_2e$/Rp juta = 447.276 $kgCO_2e$

Hasil ini menunjukkan bahwa dari pembiayaan sebesar Rp100 miliar kepada perusahaan pada sektor industri pengolahan, estimasi emisi yang dapat diatribusikan kepada bank adalah sebesar 447.276 $kgCO_2e$ per tahun.

e. Kualitas Data (PCAF)

Pendekatan ini berdasarkan emisi aktivitas ekonomi sehingga kualitas datanya lebih rendah dibandingkan dengan pendekatan berdasarkan data emisi yang dilaporkan. Dalam klasifikasi PCAF, pendekatan ini umumnya berada pada skor 3-5. Meskipun demikian, pendekatan ini tetap penting untuk memastikan cakupan penghitungan yang lebih luas, khususnya ketika data emisi debitur belum tersedia.

6.3. Kredit Properti

Kredit Properti merupakan pembiayaan kepada individu untuk kepemilikan properti. Penghitungan emisi kredit properti dilakukan berdasarkan estimasi emisi operasional bangunan yang dibiayai, yang kemudian diatribusikan sesuai dengan porsi pembiayaan. Pendekatan ini sejalan dengan praktik internasional (PCAF) untuk kategori *real estate,* yang menggunakan nilai properti sebagai basis atribusi.

a. Konsep dan Formula Penghitungan

Penghitungan emisi kredit properti dilakukan dalam tiga tahap:

1. Menghitung faktor emisi operasional bangunan per tahun

$$\textit{Faktor Emisi Operasional Properti } (kgCO_2e/m^2) = \textit{Intensitas Energi Berdasarkan Tipe Properti } (kWh/m^2) \times \textit{Faktor Emisi Listrik Nasional } (kgCO_2e/kWh)$$

2. Menghitung emisi properti per tahun

$$\textit{Emisi Properti } (kgCO_2e) = \textit{Luas Properti } (m^2) \times \textit{Faktor Emisi Operasional Properti } (kgCO_2e/m^2)$$

3. Mengatribusikan ke bank

$$\textit{Emisi yang Dibiayai } (kgCO2e) = \frac{\textit{Nilai BD Kredit}}{\textit{Nilai Properti}} \times \textit{Emisi Properti } (kgCO_2e)$$

Sehingga secara ringkas,

$$\textit{Emisi yang Dibiayai } (kgCO_2e) = \frac{\textit{Nilai BD Kredit}}{\textit{Nilai Properti}} \times \textit{Luas Bangunan } (m^2) \times \textit{Faktor Emisi Operasional Properti } (kgCO_2e/m^2)$$

Keterangan:

- **Nilai BD Kredit**: baki debet kredit properti yang masih berjalan
- **Nilai Properti**: nilai valuasi properti
- **Luas Properti**: luas properti dalam m^2

b. Tabel Faktor Emisi Operasional Properti

Faktor emisi operasional properti mencerminkan rata-rata emisi operasional properti per tahun, terutama dari konsumsi listrik. Nilai intensitas energi berdasarkan tipe properti (kWh/m^2/tahun) dalam metodologi ini mengacu pada penelitian Hanif et al. (2024) yang mengestimasi intensitas energi untuk masing-masing tipe properti di Jakarta. Selanjutnya, nilai intensitas energi ini dikalikan dengan faktor emisi ketenagalistrikan nasional (0,79 $kgCO_2e$/kWh) untuk mendapatkan faktor emisi operasional properti ($kgCO_2e/m^2$/tahun) di Indonesia.

Tabel 21. Faktor Emisi Operasional Properti

No.	Tipe Properti	Intensitas Energi (EUI) (kWh/m²/tahun)	Faktor Emisi Listrik ($kgCO_2e$/kWh)	Faktor Emisi Operasional Properti ($kgCO_2e/m^2$/tahun)
1	Apartemen	216	0,790	170,64
2	Kantor	130		102,70
3	Mall	289		228,31
4	Hotel	234		184,86
5	Rumah Sakit	163		128,77
6	Sekolah	196		154,84
7	Rumah Tapak	96		75,84

Sumber: Hanif et al. (2024)[9], diolah

c. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja untuk kredit properti dapat dilihat sebagaimana pada **Tabel 22** berikut.

Tabel 22. Format Kertas Kerja kredit properti

Isi Nomor Rekening Kredit	Isi Nama Debitur	Isi Nilai BD Kredit (Rp juta)	Isi Nilai Valuasi Properti (Rp juta)	Isi Luas Properti (m^2)	Pilih Tipe Properti	Faktor Emisi (otomatis)	Nilai Emisi (otomatis)

Penjelasan masing-masing kolom adalah sebagai berikut:

1. **Isi Nomor Rekening Kredit**
   Diisi dengan nomor rekening kredit debitur atau nomor fasilitas pembiayaan.
   Contoh:
   - 030-413-12345678

2. **Isi Nama Debitur**
   Diisi dengan nama debitur atau nama proyek.
   Contoh:
   - Nabila Alfarizi

3. **Isi Nilai BD Kredit (Rp juta)**
   Diisi dengan nilai baki debet kredit pada periode pelaporan .
   Contoh:
   - 1.000

4. **Isi Nilai Valuasi Properti (Rp juta)**
   Diisi dengan nilai valuasi properti pada saat pengajuan kredit.
   Contoh:
   - 1.500

[9]https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772741624000590?via%3Dihub

5. **Isi Luas Properti (m^2)**
   Diisi dengan nilai luas lantai properti.
   Contoh**:**
   - 300

6. **Pilih Tipe Properti**
   Dipilih sesuai tipe properti sesuai klasifikasi yang tersedia dalam sistem.

7. **Faktor Emisi (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis berdasarkan tipe properti yang dipilih.

8. **Nilai Emisi (otomatis)**
   Kolom ini menampilkan hasil penghitungan emisi secara otomatis berdasarkan formula:

Nilai BD Kredit X Luas Properti X Faktor Emisi Operasional Properti

d. Studi Kasus

Suatu bank memberikan kredit dengan data sebagai berikut:

- Nomor Rekening: 030-40-12345678
- Nama: Widia
- Nilai BD Kredit: Rp500 juta
- Nilai Valuasi Properti: Rp1 miliar
- Luas Properti: 100 m^2
- Tipe Properti: Rumah tapak.

Keterangan: Faktor Emisi berdasarkan tabel adalah 75,84 $kgCO_2e/m^2$
Penghitungan:

$$\text{Emisi yang Dibiayai} = \frac{\text{Rp500 juta}}{\text{Rp1.000 juta}} \text{ X 100 m}^2 \text{ X 75,84 kgCO}_2\text{e/m}^2 = 3.792 \text{ kgCO}_2\text{e}$$

Hasil ini menunjukkan bahwa dari pembiayaan sebesar Rp500 juta kepada individu untuk kepemilikan properti, estimasi emisi yang dapat diatribusikan kepada bank adalah sebesar 3.792 $kgCO_2e$ per tahun.

e. Kualitas Data (PCAF)

Pendekatan ini menggunakan data berdasarkan intensitas energi properti, sehingga pendekatan ini umumnya berada pada skor 3-5. Kualitas data dapat ditingkatkan apabila tersedia data konsumsi energi aktual properti dan tersedia EPC (*Energy Performance Certificate*).

6.4. Kredit Kendaraan Bermotor Pribadi

Kategori kredit kendaraan bermotor pribadi mencakup pembiayaan yang diberikan oleh lembaga keuangan untuk kepemilikan kendaraan bermotor yang digunakan oleh individu. Dalam konteks *financed emissions,* emisi yang dihitung berasal dari emisi operasional kendaraan selama penggunaannya, yang kemudian diatribusikan kepada lembaga keuangan berdasarkan porsi pembiayaan yang diberikan terhadap nilai kendaraan. Adapun jenis kendaraan dan nilai efisiensi BBM dalam metodologi ini mengacu pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah, sedangkan asumsi jarak tempuh tahunan kendaraan mengacu pada studi The International Council on Clean Transportation (ICCT) (Mera & Bieker, 2023) dengan nilai faktor emisi bahan bakar minyak mengacu pada publikasi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM).

a. Konsep dan Formula Penghitungan

Penghitungan emisi yang dibiayai pada kredit kendaraan bermotor pribadi menggunakan formula:

$$\text{Emisi yang Dibiayai } (kgCO_2e) = \frac{\text{Nilai BD Kredit (Rp Juta)}}{\text{Nilai Valuasi Kendaraan (Rp Juta)}} \text{ X Faktor Emisi Operasional Kendaraan } (kgCO_2e)$$

dimana,

$$\text{Faktor Emisi Operasional Kendaraan } (kgCO_2e/\text{tahun}) = \text{Jarak Tempuh per Tahun (km) X } \left(\frac{\text{Faktor Emisi BBM}}{\text{Nilai Efisiensi BBM}}\right)$$

Keterangan:

- **Nilai BD Kredit** adalah nilai baki debet kredit kendaraan yang masih terutang pada periode pelaporan.
- **Nilai Valuasi Kendaraan** adalah nilai wajar kendaraan pada saat pengajuan kredit.
- **FE Operasional Kendaraan** adalah estimasi emisi GRK per tahun yang dihasilkan dari penggunaan kendaraan berdasarkan kategori kendaraan dan jenis bahan bakar.

b. Faktor Emisi Operasional Kendaraan

Dalam Kalkulator Hijau, FE operasional kendaraan untuk kredit kendaraan bermotor pribadi menggunakan kategori dan nilai sebagaimana terdapat pada **Tabel 23**:

Tabel 23. Faktor Emisi Operasional Kendaraan untuk Kredit Kendaraan Bermotor Pribadi

No.	Kategori Kendaraan	Jarak Tempuh (km)	Nilai Efisiensi BBM (km/liter)	FE BBM ($kgCO_2e$/liter)	FE Operasional Kendaraan ($kgCO_2e$/tahun)
1	Sedan	13.600	9,8	2,305	3.198,78
2	Van/Minibus	13.600	8	2,305	3.918,50
3	Jeep	13.600	8	2,650	4.505,00
4	Sepeda Motor/Roda 3	8.300	28	2,305	683,27

Sumber: KLH (2010), KESDM (2024), Mera & Bieker (2023)[10] diolah

Keterangan:

- Jenis BBM *default* menggunakan RON 92, kecuali Jeep menggunakan CN 51
- Pada implementasi kertas kerja Kalkulator Hijau, faktor emisi akan muncul otomatis berdasarkan kategori kendaraan yang dipilih.

c. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja untuk kredit kendaraan bermotor pribadi ditunjukkan sebagaimana **Tabel 24**.

Tabel 24. Format Kertas Kerja Kredit Kendaraan Bermotor Pribadi

Isi Nomor Rekening Kredit	Isi Nama Debitur	Isi Nilai BD Kredit (Rp juta)	Isi Nilai Valuasi Kendaraan (Rp juta)	Pilih Kategori Kendaraan	Faktor Emisi (otomatis)	Nilai Emisi (otomatis)

[10]https://theicct.org/publication/comparison-life-cycle-ghg-emissions-combustion-engine-and-electric-pv-and-2w-indonesia-sept23/

Penjelasan masing-masing kolom adalah sebagai berikut:

1. **Isi Nomor Rekening Kredit**
   Diisi dengan nomor rekening kredit debitur atau nomor fasilitas pembiayaan.
   Contoh:
   - 030-413-12345678

2. **Isi Nama Debitur**
   Diisi dengan nama debitur atau nama proyek.
   Contoh:
   - Nabila Alfarizi

3. **Isi Nilai BD Kredit (Rp juta)**
   Diisi dengan nilai baki debet kredit pada periode pelaporan .
   Contoh**:**
   - 1.000

4. **Isi Nilai Valuasi Kendaraan (Rp juta)**
   Diisi dengan nilai valuasi kendaraan pada saat pengajuan kredit.
   Contoh:
   - 1.500

5. **Pilih Kategori Kendaraan**
   Dipilih sesuai kategori yang tersedia dalam sistem, antara lain:
   - Sedan
   - Van/Minibus
   - Jeep
   - Sepeda Motor/Roda 3

6. **Faktor Emisi (otomatis)**
   Kolom ini terisi otomatis berdasarkan kategori kendaraan yang dipilih.

7. **Nilai Emisi (otomatis)**
   Kolom ini menampilkan hasil penghitungan emisi secara otomatis berdasarkan formula:

$$\frac{\textit{Nilai BD Kredit}}{\textit{Nilai Valuasi Kendaraan}} \textit{ X Faktor Emisi Operasional Kendaraan}$$

d. Studi Kasus

Suatu lembaga keuangan memberikan pembiayaan kredit kendaraan bermotor pribadi dengan data sebagai berikut:

- Nomor Rekening: 12-110-0987654
- Nama Debitur: Nabil
- Kategori Kendaraan: Sedan
- Nilai BD Kredit: Rp900 juta
- Nilai Valuasi Kendaraan: Rp1,2 miliar

Keterangan: Faktor emisi operasional kendaraan sedan berdasarkan tabel adalah 3.198,78 $kgCO_2e$ per tahun
Penghitungan:

$$Emisi\ yang\ Dibiayai = \frac{Rp900\ juta}{Rp1.200\ juta}\ X\ 3.198{,}78\ kgCO_2e = 2.399{,}09\ kgCO_2e\ per\ tahun$$

Hasil ini menunjukkan bahwa dari total estimasi emisi operasional kendaraan, sebesar 2.399,09 $kgCO_2e$ per tahun dapat diatribusikan kepada lembaga keuangan berdasarkan proporsi pembiayaan yang diberikan terhadap nilai kendaraan tersebut.

e. Kualitas Data (PCAF)

Pendekatan ini menggunakan faktor emisi operasional kendaraan berbasis kategori kendaraan, sehingga kualitas datanya berada pada tingkat menengah ke bawah. Dalam klasifikasi PCAF, pendekatan ini umumnya berada pada skor 3 sampai 5 karena menggunakan proksi standar, bukan data penggunaan kendaraan aktual masing-masing debitur. Meskipun demikian, pendekatan ini tetap relevan untuk portofolio ritel yang besar dan tersebar, karena data yang dibutuhkan relatif sederhana dan tersedia di tingkat pembiayaan.

6.5. Surat Berharga Negara (SBN)

Jenis Surat Berharga Negara (SBN) mencakup obligasi dan instrumen utang yang diterbitkan oleh pemerintah nasional, baik dalam mata uang domestik maupun mata uang asing, serta dengan berbagai tenor. Dalam konteks *financed emissions*, kepemilikan SBN dipandang sebagai bentuk pembiayaan terhadap aktivitas ekonomi suatu negara. Oleh karena itu, estimasi emisi dilakukan dengan mengaitkan nilai investasi pada SBN dengan intensitas emisi ekonomi negara penerbit.

a. Konsep dan Formula Penghitungan

Penghitungan emisi yang dibiayai pada jenis SBN dilakukan dengan formula:

$$Emisi\ yang\ Dibiayai\ (kgCO_2e) = Nilai\ SBN\ Negara\ A\ yang\ Dimiliki\ (US\$\ ribu)\ X\ Faktor\ Emisi\ SBN\ Negara\ A\ (kgCO_2e)$$

dimana,

$$Faktor\ Emisi\ SBN\ Negara\ A\ (kgCO_2e/US\$\ ribu) = \frac{Emisi\ Negara\ A\ (kgCO_2e)}{PDB\ (PPP)\ Negara\ A\ (US\$\ ribu)}$$

Keterangan:

- **Nilai SBN negara A yang dimiliki** adalah nilai investasi pada SBN yang diterbitkan oleh suatu negara dan dimiliki oleh lembaga keuangan pada periode pelaporan.
- **Emisi Negara A** adalah total emisi GRK nasional negara penerbit.
- **PDB (PPP) Negara A** adalah Produk Domestik Bruto berdasarkan *purchasing power parity* negara penerbit.

b. Faktor Emisi SBN Negara

Dalam Kalkulator Hijau, faktor emisi SBN akan muncul otomatis berdasarkan negara yang dipilih. Nilai faktor emisi yang digunakan sebagaimana pada **Tabel 25**.

Tabel 25. Faktor Emisi SBN Negara

No.	Negara	Emisi GRK Nasional ($kgCO_2e$)	PDB berdasarkan Paritas Daya Beli (US$ ribu)	FE SBN Negara ($KgCO_2e$/US$ ribu)
1	Afrika Selatan	439.830.500.000	989.307.819	444,58407
2	Amerika Serikat	4.904.120.000.000	29.184.890.000	168,03627
3	Arab Saudi	692.133.500.000	2.519.570.645	274,70295
4	Argentina	171.059.260.000	1.390.588.639	123,01212
5	Australia	386.732.380.000	1.961.194.327	197,19228
6	Brasil	483.011.550.000	4.735.725.155	101,99316
7	Brunei Darussalam	12.052.463.000	41.589.068	289,79882
8	China	12.289.037.000.000	38.190.084.585	321,78606
9	Filipina	174.878.000.000	1.366.276.178	127,99608
10	India	3.193.478.100.000	16.192.422.603	197,22053
11	Indonesia	812.220.200.000	4.662.887.595	174,18824
12	Inggris	312.905.540.000	29.184.890.000	10,72149
13	Italia	301.929.760.000	3.655.908.757	82,58679
14	Jepang	961.867.300.000	6.451.575.612	149,09029
15	Jerman	572.319.170.000	6.142.807.001	93,16900
16	Kamboja	21.882.690.000	140.526.097	155,71976
17	Kanada	533.340.100.000	2.667.672.051	199,92716
18	Korea Selatan	583.679.170.000	3.159.472.343	184,73945
19	Laos	24.399.926.000	75.956.415	321,23588
20	Malaysia	290.223.840.000	1.378.901.066	210,47474
21	Meksiko	460.987.650.000	3.426.642.116	134,53043
22	Myanmar	31.603.438.000	326.862.397	96,68729
23	Perancis	264.155.620.000	4.288.380.143	61,59800
24	Rusia	1.780.524.400.000	6.921.249.292	257,25477
25	Singapura	53.919.460.000	909.690.217	59,27233
26	Thailand	267.760.200.000	1.771.064.608	151,18601
27	Turki	513.034.600.000	3.902.987.818	131,44663
28	Vietnam	370.931.330.000	1.654.734.391	224,16367

Sumber: World Bank (2024)[11], Our World in Data (2024)[12] diolah

c. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja untuk SBN ditunjukkan sebagaimana **Tabel 26**.

Tabel 26. Format Kertas Kerja Surat Berharga Negara (SBN)

Isi Seri SBN	Isi Nilai SBN (US$ ribu)	Pilih Negara	Faktor Emisi (otomatis)	Nilai Emisi (otomatis)

[11] https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.CD
[12] https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions#explore-data-on-co2-and-greenhouse-gas-%E2%80%A6

Penjelasan masing-masing kolom adalah sebagai berikut:

1. **Isi Seri SBN**
   Diisi dengan nomor seri atau identitas instrumen SBN yang dimiliki.
   Contoh:
   - FR0026

2. **Isi Nilai SBN (US$ ribu)**
   Diisi dengan nilai investasi SBN dalam satuan US$ ribu.
   Contoh:
   - 250

3. **Pilih Negara**
   Dipilih sesuai negara penerbit SBN yang tersedia dalam sistem.
   Contoh:
   - China

4. **Faktor Emisi (otomatis)**
   Kolom ini terisi otomatis berdasarkan negara yang dipilih.

5. **Nilai Emisi (otomatis)**
   Kolom ini menampilkan hasil penghitungan emisi secara otomatis berdasarkan formula:

Nilai SBN Negara A yang Dimiliki X Faktor Emisi SBN Negara A

d. Studi Kasus

Suatu lembaga keuangan memiliki investasi pada SBN dengan data sebagai berikut:
- Seri SBN: FR0026
- Nilai SBN yang dimiliki: US$500 ribu
- Negara: Amerika Serikat

Keterangan: Faktor Emisi SBN Negara Amerika Serikat berdasarkan tabel adalah 168,03627 $kgCO_2e$/US$ ribu
Penghitungan:

Emisi yang Dibiayai ($kgCO_2e$) = US$500 ribu X 168,03627 $kgCO_2e$/US$ ribu = 84.018,135 $kgCO_2e$

Hasil ini menunjukkan bahwa dari investasi pada surat berharga pemerintah Amerika Serikat, estimasi emisi yang dapat diatribusikan kepada lembaga keuangan dihitung menggunakan faktor emisi ekonomi negara penerbit.

e. Kualitas Data (PCAF)

Pendekatan ini menggunakan data agregat nasional berupa emisi negara dan PDB berdasarkan PPP, sehingga kualitas datanya berada pada tingkat menengah ke bawah. Dalam klasifikasi PCAF, pendekatan ini umumnya berada pada skor 3 sampai 5 karena menggunakan intensitas emisi ekonomi pada level negara, bukan data penggunaan dana secara spesifik. Meskipun demikian, pendekatan ini tetap relevan untuk menghitung *financed emissions* pada portofolio *sovereign debt* secara konsisten.

6.6. Saham/Obligasi Publik dan Privat

Jenis saham dan obligasi korporasi mencakup instrumen investasi yang diterbitkan oleh perusahaan untuk memperoleh pendanaan dari investor. Dalam konteks emisi yang dibiayai, investasi dalam saham dan obligasi diperlakukan sebagai bentuk penyediaan modal kepada perusahaan, sehingga sebagian emisi perusahaan dapat diatribusikan kepada investor sesuai dengan porsi kepemilikannya. Saham atau obligasi korporasi dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu saham/obligasi publik (*listed*) dan saham/obligasi privat (*unlisted*). Saham/obligasi publik merupakan saham atau obligasi korporasi yang tercatat di pasar modal, di mana dana yang diberikan bersifat umum tanpa tujuan penggunaan dana yang spesifik (*unknown use of proceeds*). Sementara itu, saham/obligasi privat merupakan saham atau obligasi korporasi yang tidak tercatat di pasar modal, namun juga memiliki karakteristik penggunaan dana yang bersifat umum.

a. Konsep dan Formula Penghitungan

■ **Saham/Obligasi Publik (Listed)**

Untuk saham atau obligasi publik, emisi yang dibiayai dihitung dengan formula:

$$\text{Emisi yang Dibiayai } (kgCO_2e) = \text{Nilai Pasar Saham/Obligasi yang Dimiliki (Rp juta)} \times \frac{\text{Total Emisi Penerbit per Tahun } (kgCO_2e)}{\text{EVIC Penerbit (Rp juta)}}$$

Keterangan:

- **Nilai Pasar Saham/Obligasi yang Dimiliki adalah nilai investasi berdasarkan harga pasar pada periode pelaporan.**
- **Total Emisi Penerbit adalah total emisi GRK perusahaan penerbit per tahun.**
- **EVIC Penerbit adalah enterprise value including cash perusahaan penerbit.**

■ **Saham/Obligasi Privat (Unlisted)**

Untuk saham atau obligasi privat, emisi yang dibiayai dihitung dengan formula:

$$\text{Emisi yang Dibiayai } (kgCO_2e) = \text{Nilai Buku Saham/Obligasi yang Dimiliki (Rp juta)} \times \frac{\text{Total Emisi Penerbit per Tahun } (kgCO_2e)}{\text{Utang + Modal Penerbit (Rp juta)}}$$

Keterangan:

- **Nilai Buku Saham/Obligasi yang Dimiliki adalah nilai tercatat investasi pada laporan keuangan investor.**
- **Total Emisi Penerbit adalah total emisi GRK perusahaan penerbit per tahun.**
- **Utang + Modal Penerbit adalah jumlah nilai utang dan modal dari perusahaan penerbit untuk entitas yang tidak tercatat.**

b. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja untuk saham/obligasi publik dan privat adalah sebagai berikut.

Tabel 27. Format Kertas Kerja Saham/Obligasi Publik dan Privat

Isi Seri Saham/ Obligasi	Jenis	Isi Nama Penerbit	Isi Nilai Pasar/ Buku Saham/ Obligasi (Rp juta)	Isi Nilai Total Emisi Penerbit ($kgCO_2e$)	Isi Nilai EVIC atau (Utang + Modal) Penerbit (Rp Juta)	Nilai Emisi (otomatis)

Penjelasan masing-masing kolom adalah sebagai berikut:

1. **Isi Seri Saham/Obligasi**
   Diisi dengan nomor seri, kode efek, atau identitas instrumen saham/obligasi yang dimiliki.
   Contoh:
   - ID001234567891

2. **Pilih Jenis (Saham/Obligasi)**
   Dipilih sesuai jenis instrumen yang dimiliki, yaitu saham atau obligasi.

3. **Isi Nama Penerbit**
   Diisi dengan nama perusahaan penerbit saham atau obligasi.
   Contoh:
   - PT Bahagia Sentosa, Tbk.

4. **Isi Nilai Pasar/Buku Saham/Obligasi (Rp juta)**
   Diisi sesuai karakteristik instrumennya:
   - untuk instrumen publik (*listed*), diisi dengan **nilai pasar**;
     Contoh:
     ► **350**
   - untuk instrumen privat (*unlisted*), diisi dengan **nilai buku**.
     Contoh:
     ► **250**

5. **Isi Nilai Total Emisi Penerbit ($kgCO_2e$)**
   Diisi dengan total emisi GRK perusahaan penerbit per tahun.
   Contoh:
   - 500.000

6. **Isi Nilai EVIC atau Utang + Modal (Rp juta)**
   Diisi sesuai karakteristik penerbit:
   - untuk perusahaan tercatat, diisi dengan **EVIC**;
     Contoh:
     ► **100.000**
   - untuk perusahaan tidak tercatat, diisi dengan **Utang + Modal**.
     Contoh:
     ► **50.000**

7. **Nilai Emisi (otomatis)**
   Kolom ini menampilkan hasil penghitungan emisi secara otomatis berdasarkan formula:
   - untuk saham/obligasi public (*listed*):

$$\textit{Nilai Pasar Saham/Obligasi yang Dimiliki X} \frac{\textit{Total Emisi Penerbit per Tahun}}{\textit{EVIC}}$$

   - untuk saham/obligasi privat (*unlisted*):

$$\textit{Nilai Buku Saham/Obligasi yang Dimiliki X} \frac{\textit{Total Emisi Penerbit per Tahun}}{\textit{Utang + Modal Penerbit}}$$

c. Studi Kasus

■ **Saham/Obligasi Publik**

Suatu lembaga keuangan memiliki investasi pada saham perusahaan yang tercatat di bursa dengan data sebagai berikut:

- **Seri Saham: ID001234567891**
- **Nama Penerbit: PT Bahagia Sentosa, Tbk.**
- **Nilai Pasar Saham yang Dimiliki: Rp10 miliar**
- **Total Emisi Penerbit: 1.000.000 kgCO_2e**
- **EVIC Penerbit: Rp200 miliar**

Penghitungan:

$$\textit{Emisi yang Dibiayai (kg}CO_2e\textit{)} = \textit{Rp10.000 juta X } \frac{\textit{1.000.000 kg}CO_2e}{\textit{Rp200.000 juta}} = \textit{50.000 kg}CO_2e$$

Hasil ini menunjukkan bahwa dari total emisi perusahaan penerbit, sebesar 50.000 kgCO_2e dapat diatribusikan kepada lembaga keuangan berdasarkan proporsi nilai pasar investasinya terhadap EVIC perusahaan.

■ **Saham/Obligasi Privat**

Suatu lembaga keuangan memiliki investasi pada obligasi dengan data sebagai berikut:

- **Seri Obligasi: XYZC04ACN1**
- **Nama Penerbit: PT XYZ**
- **Nilai Buku Obligasi yang Dimiliki: Rp 1 miliar**
- **Total Emisi Penerbit: 500.000 kgCO_2e**
- **Nilai Utang + Modal: Rp50 miliar**

Penghitungan:

$$\textit{Emisi yang Dibiayai (kg}CO_2e\textit{)} = \textit{Rp1.000 juta X } \frac{\textit{500.000 kg}CO_2e}{\textit{Rp50.000 juta}} = \textit{10.000 kg}CO_2e$$

Hasil ini menunjukkan bahwa dari total emisi perusahaan penerbit, sebesar 10.000 kgCO_2e dapat diatribusikan kepada lembaga keuangan berdasarkan proporsi nilai buku investasinya terhadap utang + modal perusahaan. Formula ini digunakan untuk instrumen privat karena perusahaan tidak tercatat di pasar modal.

d. Kualitas Data (PCAF)

Pendekatan ini menggunakan data emisi yang dilaporkan perusahaan penerbit, sehingga kualitas datanya relatif lebih tinggi dibandingkan dengan pendekatan berbasis proksi. Dalam klasifikasi PCAF, kualitas data umumnya berada pada skor 1 sampai 2, tergantung pada apakah data emisi penerbit berasal dari laporan terverifikasi atau tidak terverifikasi.

BAB 7

PENGHITUNGAN EMISI *SCOPE* 4: PENGURANGAN EMISI



BAB 7

PENGHITUNGAN EMISI *SCOPE* 4: PENGURANGAN EMISI

ISO 14064-1:2018 mengatur tentang upaya untuk menguantifikasi dan melaporkan inisiatif atau proyek untuk mengurangi emisi GRK. Perusahaan dapat menguantifikasi dan melaporkan aktivitas pengurangan emisi secara mandiri. Aktivitas pengurangan emisi dapat berbentuk efisiensi energi, perubahan pola kerja dan model bisnis, atau penggunaan teknologi.

Dalam Kalkulator Hijau, sumber pengurang emisi yang difasilitasi meliputi:

- *Carbon Offset* yang diperoleh melalui:
  - Pembelian kredit karbon di bursa karbon; dan
  - Aktivitas pengurangan karbon mandiri yang tersertifikasi.
- Penggunaan kendaraan listrik dihitung sebagai pengurangan emisi yang seharusnya dihasilkan apabila kendaraan tersebut menggunakan bahan bakar fosil setara.
- Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT), seperti PLTS, PLTA, dan PLTB, yang diakui sebesar emisi yang seharusnya timbul apabila energi tersebut berasal dari listrik *grid* nasional.
- Pemberian kredit kendaraan bermotor listrik yang mengurangi emisi entitas, khususnya *financed emissions*.
- Surat berharga hijau (misalnya obligasi hijau) yang memiliki informasi pengurangan emisi.

7.1. Pengurangan Emisi dari *Carbon Offset*

Carbon offset merupakan mekanisme pengurangan emisi melalui penggunaan kredit karbon yang mewakili pengurangan atau penyerapan emisi GRK. Dalam Kalkulator Hijau, *carbon offset* digunakan untuk mengurangi total emisi yang telah dihitung.

a. Konsep dan Formula Penghitungan

Pengurangan emisi dihitung sebesar nilai pengurangan emisi yang tertera dalam sertifikat. Dalam hal entitas hanya memiliki sebagian dari total sertifikat emisi, entitas harus mencatat secara proporsional.

b. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja untuk *carbon offset* ditunjukkan sebagaimana **Tabel 28**.

Tabel 28. Format Kertas Kerja Carbon Offset

Pilih Jenis *Carbon Offset*	Isi Nomor Sertifikat	Isi Penerbit Sertifikat	Isi Nilai *Carbon Offset* ($kgCO_2e$)

Penjelasan masing-masing kolom adalah sebagai berikut:

1. **Pilih Jenis *Carbon Offset***
   Dipilih berdasarkan jenis *carbon offset* yang tersedia pada sistem, yaitu perdagangan karbon yang memiliki sertifikat pengurangan emisi atau aktivitas pengurangan emisi lainnya yang bersertifikat.

2. **Isi Nomor Sertifikat**
   Diisi dengan nomor sertifikat yang dimiliki.
   Contoh:
   - **SRN-SPE-2024-IDN-123456789**

3. **Isi Penerbit Sertifikat**
   Diisi dengan nama perusahaan penerbit sertifikat yang menjadi pengurang emisi.
   Contoh:
   - **PT. ABC**

4. **Isi Nilai *Carbon Offset***
   Diisi dengan nilai *carbon offset* yang ada di sertifikat. Jika sertifikat hanya memuat nilai pengurangan emisi untuk seluruh proyek, maka entitas harus menghitung atribusi entitas secara proporsional.

c. Studi Kasus

■ **Perdagangan Karbon**

Perusahaan ABC membeli **SPE** dari **Bursa Karbon** sebesar **1 ton CO_2e** dengan harga **Rp30 juta per ton CO_2e**.

- **Nilai carbon offset = 1.000 $kgCO_2e$**

■ **Aktivitas lainnya**

Perusahaan ABC melakukan penanaman pohon sebanyak 1000 pohon bakau bekerja sama dengan Yayasan XYZ. Setelah penanaman pohon, Yayasan XYZ mengeluarkan sertifikat penanaman pohon yang juga mencantumkan nilai penyerapan emisi oleh pohon bakau sebesar **10.000 $kgCO_2e$ per tahun**.

- **Nilai carbon offset = 10.000 $kgCO_2e$**

7.2. Pengurangan Emisi dari Penggunaan Kendaraan Listrik

Penggunaan kendaraan listrik merupakan bentuk pengurangan emisi melalui penggantian kendaraan berbahan bakar minyak.

a. Konsep dan Formula Penghitungan

Pengurangan emisi dihitung sebagai nilai emisi yang seharusnya dihasilkan seandainya entitas menggunakan kendaraan berbahan bakar minyak.

$$\textit{Nilai Pengurangan Emisi } (kgCO_2e) = \textit{Jarak Tempuh Kendaraan Listrik (km) X Faktor Emisi Jarak Tempuh } (kgCO_2e/km)$$

Untuk menentukan besaran konsumsi bahan bakar yang setara berdasarkan nilai konsumsi energi dalam satuan gigajoule (GJ), penghitungan dapat dilakukan dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$\textit{Jumlah Konsumsi Bahan Bakar yang Setara (gigajoule)} = \frac{\textit{Nilai Emisi } (kgCO_2e)}{\textit{Faktor Emisi Bahan Bakar } (kgCO_2e/GJ)}$$

b. Faktor emisi kendaraan listrik

Adapun faktor emisi yang digunakan sama dengan faktor emisi pada pemakaian kendaraan bermotor berdasarkan jarak tempuh terstandar.

Tabel 29. Kategori Kendaraan Listrik

Kategori Kendaraan	Efisiensi (km/liter)	Faktor Emisi ($kgCO_2e/km$)	Faktor Emisi (kgCO2e/GJ)
Sedan*	9.8	0.235	69,04000
Van/Minibus*	8	0.288	69,04000
Taksi*	8.7	0.265	69,04000
Angkot*	7.5	0.307	69,04000
Bis Sedang/Mikrobis**	4	0.663	72,93000
Bis Besar**	3.5	0.757	72,93000
Pickup**	8.5	0.312	72,93000
Truk 2 as**	4.4	0.602	72,93000
Truk 3 as**	4	0.663	72,93000
Jeep**	8	0.331	72,93000
Sepeda Motor/Roda 3*	28	0.082	69,04000

Sumber: KLH (2010), KESDM (2024), Mera & Bieker (2023), diolah

Keterangan: * bensin RON 92, ** solar CN 51
Catatan: konsumsi listrik untuk pengisian daya mobil listrik dicatat sebagai penambah emisi *Scope* 2 secara terpisah.

c. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja untuk kendaraan listrik ditunjukkan sebagaimana pada **Tabel 30**.

Tabel 30. Format Kertas Kerja Penggunaan Kendaraan Listrik

Isi Nomor Polisi	Pilih Kategori Kendaraan	Nilai Efisiensi BBM yang Setara (otomatis)	Jenis BBM yang Setara (otomatis)	Isi Jarak Tempuh (km)	Jumlah Konsumsi Bahan Bakar yang Setara (gigajoule) (otomatis)	Faktor Emisi (otomatis)	Nilai Emisi (otomatis)

Penjelasan kolom adalah sebagai berikut:

1. **Isi Nomor Polisi**
   Diisi dengan nomor polisi kendaraan.
   Contoh:
   - B 123 XYZ

2. **Pilih Kategori Kendaraan**
   Dipilih sesuai kategori yang tersedia pada sistem.
   Contoh:
   - Sedan
   - Van/Minibus
   - Sepeda motor/roda tiga.

3. **Nilai Efisiensi BBM yang setara (otomatis)**
   Kolom ini terisi secara otomatis berdasarkan kategori kendaraan yang dipilih.

4. **Jenis BBM yang setara (otomatis)**
   Kolom ini terisi secara otomatis berdasarkan kategori kendaraan yang dipilih.

5. **Isi Jarak Tempuh (km)**
   Diisi dengan total jarak tempuh kendaraan selama periode pelaporan.
   Contoh:
   - 1.000

6. **Jumlah Konsumsi Bahan Bakar yg Setara (gigajoule) (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis berdasarkan jarak tempuh yang diisi selama periode pelaporan.

7. **Faktor Emisi (otomatis)**
   Kolom ini terisi secara otomatis berdasarkan kategori kendaraan yang dipilih.

8. **Nilai Emisi (otomatis)**
   Kolom ini menampilkan hasil penghitungan emisi secara otomatis berdasarkan formula:

Jarak Tempuh Electric Vehicle (EV) × Faktor Emisi Jarak Tempuh

d. Studi Kasus

Perusahaan XYZ menggunakan kendaraan listrik sebanyak 15 mobil untuk menggantikan 15 mobil sedan berbahan bakar minyak dengan rincian sebagai berikut:

- **Jarak tempuh mobil listrik selama periode pelaporan adalah 100.000 km**
- **Faktor emisi mobil sedan adalah 0,235 kgCO_2e/km**

Penghitungan:

Nilai Pengurangan Emisi ($kgCO_2e$) = 100.000 km X 0,235 $kgCO_2e$/km = 23.500 $kgCO_2e$

Hasil ini menunjukkan bahwa dari total pengurangan emisi dari penggunaan kendaraan listrik oleh perusahaan, sebesar **23.500 kgCO_2e**. Selanjutnya, jumlah konsumsi bahan bakar dalam satuan energi pada kertas kerja adalah:

$$\textit{Jumlah Konsumsi Bahan Bakar yang setara (gigajoule)} = \frac{23.500\ kgCO_2e}{69{,}04000\ kgCO_2e/GJ} = 340{,}38\ GJ$$

Dengan demikian, jumlah konsumsi bahan bakar yang setara dalam satuan energi adalah **340,38 GJ**.

7.3. Pengurangan Emisi dari Penggunaan Listrik EBT

Penggunaan listrik dari energi baru dan terbarukan (EBT) merupakan bentuk pengurangan emisi melalui perubahan sumber energi fosil menjadi nonfosil.

a. Konsep dan Formula Penghitungan

Pengurangan emisi dihitung sebagai nilai emisi yang seharusnya dihasilkan seandainya entitas menggunakan listrik yang dibeli dari PLN.

Nilai Pengurangan Emisi ($kgCO_2e$) = Konsumsi Listrik EBT (kWh) X Faktor Emisi Listrik ($kgCO_2e$/kWh)

Untuk menentukan besaran konsumsi listrik EBT berdasarkan nilai konsumsi energi dalam satuan gigajoule (GJ), penghitungan dapat dilakukan dengan menggunakan formula sebagai berikut:

Konsumsi Listrik (gigajoule) = Konsumsi Listrik (kWh) X 0,0036

dimana, angka 0,0036 merupakan angka konversi satuan dari kWh menjadi GJ.

b. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja untuk penggunaan listrik dari EBT ditunjukkan sebagaimana pada **Tabel 31.**

Tabel 31. Format Kertas Kerja Penggunaan EBT

Isi Nomor Polisi	Isi Lokasi	Pilih Jenis EBT	Pilih Lokasi dan Jaringan Listrik	Isi Konsumsi Listrik EBT (kWh)	Konsumsi Listrik EBT (gigajoule) (otomatis)	Faktor Emisi (otomatis)	Nilai Emisi (otomatis)

Penjelasan masing-masing kolom adalah sebagai berikut:

1. **Isi Nomor Meteran EBT / Nomor REC**
   Diisi dengan nomor meteran EBT sesuai yang tercantum di kWh meter yang digunakan atau nomor Renewable Energy Certificate (REC) yang dimiliki.
   Contoh:
   - 310879876543

2. **Isi Lokasi**
   Diisi dengan lokasi fisik meteran listrik yang digunakan atau diisi dengan lokasi kantor pusat dalam hal penggunaan REC.
   Contoh:
   - Kantor Pusat
   - Pabrik A
   - Cabang Bandung

   Kolom ini membantu pengguna mengidentifikasi lokasi sumber emisi.

3. **Pilih Jenis EBT**
   Dipilih sesuai jenis EBT yang digunakan (termasuk REC).
   Contoh:
   - PLTS, PLTA, PLTB, atau REC

4. **Pilih Lokasi dan Jaringan Listrik**
   Dipilih berdasarkan lokasi dan jaringan listrik sesuai wilayah yang digunakan entitas. Pengguna dapat memilih Indonesia jika ingin menggunakan faktor emisi nasional atau memilih wilayah tertentu jika ingin menggunakan faktor emisi spasial.
   Contoh:
   - Jawa Timur - Jamali
   - Papua – Nabire

5. **Isi Konsumsi Listrik EBT (kWh)**
   Diisi dengan jumlah konsumsi Listrik EBT selama periode pelaporan.
   Contoh:
   - 1.500
   - 10.000

6. **Konsumsi Listrik EBT (gigajoule) (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis berdasarkan konsumsi listrik EBT (kWh) yang diisi selama periode pelaporan.

7. **Faktor Emisi (otomatis)**
   Kolom ini akan terisi otomatis berdasarkan lokasi dan jaringan listrik yang dipilih.
   Contoh:
   - Jika memilih Indonesia maka sebesar **0,79 (nasional)**
   - Jika memilih wilayah maka sesuai dengan faktor emisi regional

8. **Nilai Emisi (otomatis)**
   Kolom ini menampilkan hasil penghitungan nilai emisi secara otomatis berdasarkan formula:

$$\textit{Konsumsi Listrik EBT X Faktor Emisi Listrik}$$

c. Studi Kasus

Perusahaan ABC memasang PLTS di 10 kantor cabang dan PLTB di 2 kantor cabang dengan rincian sebagai berikut:

- **Total konsumsi listrik dari PLTS: 35.000 kWh**
- **Total konsumsi listrik dari PLTB: 3.000 kWh**
- **Faktor emisi yang digunakan adalah nasional sebesar 0,79 kgCO_2e/kWh**

Penghitungan:

$$\textit{Nilai Pengurangan Emisi (kg}CO_2e\textit{)} = \textit{(35.000 kWh+3.000 kWh) X 0,79 kg}CO_2e\textit{/kWh = 30.020 kg}CO_2e$$

Hasil ini menunjukkan bahwa dari total pengurangan emisi listrik perusahaan, sebesar **30.020 kgCO_2e**. Selanjutnya, jumlah konsumsi listrik dalam satuan energi pada kertas kerja adalah:

$$\textit{Konsumsi Listrik (gigajoule) = (35.000 kWh+3.000 kWh) X 0,0036 = 5,4 GJ}$$

Dengan demikian, jumlah konsumsi listrik dalam satuan energi adalah **5,4 GJ**.

7.4. Pengurangan Emisi dari Pemberian Kredit Kendaraan Bermotor Listrik

Pemberian KKB untuk kendaraan rendah emisi merupakan bentuk intervensi pembiayaan yang mendukung penurunan emisi. Cara penghitungannya sama dengan *financed emissions* berupa kendaraan bermotor, namun kali ini dimasukkan sebagai pengurang emisi.

a. Konsep dan Formula Penghitungan

Penghitungan pengurangan emisi pada kredit kendaraan bermotor listrik pribadi menggunakan formula:

$$\textit{Nilai pengurangan emisi (kg}CO_2e\textit{)} = \frac{\textit{Nilai BD Kredit (Rp juta)}}{\textit{Nilai Valuasi Kendaraan (Rp juta)}} \textit{ X Faktor Emisi Operasional Kendaraan (kg}CO_2e\textit{)}$$

Keterangan:

- **Nilai BD Kredit adalah nilai baki debet kredit kendaraan yang masih terutang pada periode pelaporan.**
- **Nilai Valuasi Kendaraan adalah nilai wajar kendaraan pada saat pengajuan kredit.**
- **Faktor Emisi Operasional Kendaraan adalah estimasi emisi GRK per tahun yang dihasilkan dari penggunaan kendaraan berdasarkan kategori kendaraan dan jenis bahan bakar.**

b. Faktor Emisi Operasional Kendaraan

Dalam Kalkulator Hijau, faktor emisi operasional kendaraan untuk kredit kendaraan bermotor listrik sebagaimana **Tabel 32**.

Tabel 32. Faktor Emisi Operasional Kendaraan untuk Kredit Kendaraan Bermotor Listrik

No.	Kategori Kendaraan	Faktor Emisi ($kgCO_2e$/tahun)
1	Sedan*	3.198,78
2	Van/Minibus*	3.918,50
3	Jeep**	4.505,00
4	Sepeda Motor/Roda 3*	683,27

Sumber: KLH (2010), KESDM (2024), Mera & Bieker (2023), diolah

Keterangan: *menggunakan RON 92, **menggunakan CN 51.

c. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja untuk kredit kendaraan bermotor listrik pribadi sebagaimana **Tabel 33**.

Tabel 33. Format Kertas Kerja Kredit Kendaraan Bermotor Listrik Pribadi

Isi Nomor Rekening Kredit	Isi Nama Debitur	Isi Nilai BD Kredit (Rp juta)	Isi Nilai Valuasi Kendaraan (Rp juta)	Pilih Kategori Kendaraan	Faktor Emisi (otomatis)	Nilai Emisi (otomatis)

Penjelasan masing-masing kolom adalah sebagai berikut:

1. Isi Nomor Rekening Kredit

Diisi dengan nomor rekening kredit debitur atau nomor fasilitas pembiayaan.

Contoh:

- 030-413-12345678

2. Isi Nama Debitur

Diisi dengan nama debitur atau nama proyek.

Contoh:

- Nabila Alfarizi

3. Isi Nilai BD Kredit (Rp juta)

Diisi dengan nilai baki debet kredit pada periode pelaporan.

Contoh:

- 1.000

4. Isi Nilai Valuasi Kendaraan (Rp juta)

Diisi dengan nilai valuasi kendaraan pada saat pengajuan kredit.

Contoh:

- 1.500

5. Pilih Kategori Kendaraan

Dipilih sesuai kategori yang tersedia dalam sistem, antara lain:

- Sedan
- Van/Minibus
- Jeep
- Sepeda Motor/Roda 3

6. **Faktor Emisi (otomatis)**
   Kolom ini terisi otomatis berdasarkan kategori kendaraan yang dipilih.

7. **Nilai Emisi (otomatis)**
   Kolom ini menampilkan hasil penghitungan emisi secara otomatis berdasarkan formula:

$$\frac{\textit{Nilai BD Kredit}}{\textit{Nilai Valuasi Kendaraan}} \textit{ X Faktor Emisi Operasional Kendaraan}$$

c. Studi Kasus

Suatu lembaga keuangan memberikan pembiayaan kredit kendaraan bermotor listrik pribadi dengan data sebagai berikut:

- **No Rekening: 123-09-8234555**
- **Nama Debitur: Honesty**
- **Nilai BD Kredit: Rp800 juta**
- **Nilai Valuasi Kendaraan: Rp1,4 miliar**
- **Kategori Kendaraan: Sedan**

Keterangan: Faktor Emisi Operasional Kendaraan Sedan berdasarkan tabel adalah 3.198,78 $kgCO_2e$ per tahun.

Penghitungan:

$$\textit{Emisi yang Dibiayai } (kgCO_2e) = \frac{\textit{Rp800 juta}}{\textit{Rp1.400 juta}} \textit{ X 3.198,78 } kgCO_2e = \textit{1.827,87 } kgCO_2e \textit{ per tahun}$$

Hasil ini menunjukkan bahwa dari total estimasi emisi operasional kendaraan, sebesar 1.827,87 $kgCO_2e$ per tahun dapat diatribusikan kepada lembaga keuangan berdasarkan proporsi pembiayaan yang diberikan terhadap nilai kendaraan tersebut. Karena ini adalah kendaraan listrik, maka nilai tersebut dapat dicatat sebagai pengurang emisi oleh pemberi pembiayaan.

7.5. Pengurangan Emisi dari Kepemilikan Surat Berharga Hijau

Jenis surat berharga hijau mencakup SBN hijau, obligasi hijau, dan surat berharga hijau lainnya. Dalam konteks penurunan emisi, kepemilikan surat berharga hijau merupakan bentuk intervensi pembiayaan yang mendukung upaya pengurangan emisi. Penghitungannya dilakukan dengan mengacu pada nilai surat berharga hijau dan pengurangan emisi yang dinyatakan oleh prospektus.

a. Konsep dan Formula Penghitungan

Penghitungan pengurangan emisi pada Surat Berharga Hijau menggunakan formula:

$$\textit{Nilai pengurang emisi } (kgCO_2e/\textit{tahun}) = \frac{\textit{Nilai SB Hijau yang dimiliki (Rp juta)}}{\textit{Total Nilai SB Hijau yang diterbitkan (Rp juta)}} \textit{ X } \frac{\textit{Emisi yang Dikurangi } (kgCO_2e)}{\textit{Jangka Waktu (tahun)}}$$

Keterangan:

- **Emisi yang Dikurangi ($kgCO_2e$) adalah jumlah emisi yang berhasil dikurangi dari proyek yang dibiayai melalui penerbitan surat berharga hijau berdasarkan prospektus.**
- **Jangka Waktu (tahun) adalah jangka waktu (tenor surat berharga hijau) sejak diterbitkan hingga jatuh tempo.**
- **Nilai SB Hijau yang Dimiliki (Rp juta) adalah nilai pasar surat berharga hijau yang dimiliki.**
- **Total Nilai SB Hijau yang Diterbitkan adalah total nilai pasar surat berharga hijau yang diterbitkan.**

b. Implementasi pada Kertas Kerja

Format kertas kerja untuk kredit kendaraan bermotor listrik pribadi sebagaimana **Tabel 34**.

Tabel 34. Format Kertas Kerja Surat Berharga Hijau

Pilih Jenis Surat Berharga Hijau	Isi Nomor Surat Berharga	Isi Penerbit Surat Berharga	Isi Nilai Pengurangan Emisi ($kgCO_2e$)

Penjelasan masing-masing kolom adalah sebagai berikut:

1. **Pilih Jenis Surat Berharga Hijau**
   Dipilih sesuai jenis yang tersedia dalam sistem.
   Contoh:
   - SBN hijau, Obligasi hijau, atau lainnya

2. **Isi Nomor Surat Berharga**
   Diisi dengan nomor surat berharga yang diterbitkan.
   Contoh:
   - 008/ST-GREEN/ABXYZ/VI/2024

3. **Isi Penerbit Surat Berharga**
   Diisi dengan nama penerbit surat berharga.
   Contoh:
   - PT ABC

4. **Isi Nilai Pengurang Emisi ($kgCO_2e$)**
   Diisi dengan nilai pengurang emisi dari surat berharga yang diterbitkan.
   Contoh:
   - 50.000

c. Studi Kasus

Perusahaan ABC membeli **obligasi hijau dengan harga pasar Rp10 Miliar, prospektus** menyatakan bahwa total nilai obligasi hijau yang dikeluarkan sebesar Rp1 Triliun dengan tenor 5 tahun. Prospektus juga menyebutkan bahwa obligasi hijau ini akan membiayai sebuah proyek yang akan mengurangi emisi sebesar 50.000 $kgCO_2e$ sebagai berikut:

- **Emisi yang Dikurangi: 50.000 $kgCO_2e$**
- **Jangka Waktu: 5 tahun**
- **Nilai SB Hijau yang Dimiliki: Rp10 Miliar**
- **Total Nilai SB Hijau yang Diterbitkan: Rp1 Triliun**

Penghitungan:

$$\textit{Nilai pengurangan emisi } (kgCO_2e/tahun) = \frac{50.000\ kgCO_2e}{5\ tahun} \times \frac{Rp10.000\ juta}{Rp1.000.000\ juta} = 100\ kgCO_2e/tahun$$

Hasil ini menunjukkan bahwa sebesar 100 $kgCO_2e$ per tahun dapat diatribusikan kepada lembaga keuangan berdasarkan proporsi kepemilikan surat berharga hijau dan dapat dicatat sebagai pengurang emisi.

BAB 8
PENUTUP



BAB 8
PENUTUP

8.1. Kesimpulan

Perubahan iklim merupakan tantangan global yang memiliki implikasi langsung terhadap stabilitas ekonomi dan sistem keuangan. Dampak tersebut mendorong perlunya respons yang terstruktur dan berkelanjutan dari berbagai sektor. Dalam konteks tersebut, sektor keuangan memiliki peran strategis dalam mendorong transisi menuju ekonomi rendah karbon melalui pengelolaan risiko dan pembiayaan berkelanjutan.

Kalkulator Hijau dikembangkan sebagai instrumen untuk mendukung penghitungan emisi GRK secara sederhana, terstandar, dan operasional. Melalui pendekatan berbasis data aktivitas dan pendekatan sektoral, Kalkulator Hijau memungkinkan pengguna untuk menghitung emisi *scope* 1, *scope* 2, dan *scope* 3, termasuk *financed emissions*, secara konsisten. Panduan ini disusun untuk memastikan bahwa pengguna dapat melakukan penghitungan emisi secara tepat, dengan:

- **struktur input yang jelas,**
- **metode yang konsisten, serta**
- **hasil yang dapat dibandingkan antar entitas dan periode.**

Dengan demikian, Kalkulator Hijau tidak hanya berfungsi sebagai alat penghitungan, tetapi juga sebagai dasar untuk pengambilan keputusan dalam pengelolaan risiko iklim dan pengembangan pembiayaan kegiatan berkelanjutan.

8.2. Pemanfaatan Kalkulator Hijau

Kalkulator Hijau dapat dimanfaatkan oleh berbagai pihak, antara lain:

1. **Perbankan dan Lembaga Keuangan**
   Digunakan untuk:
   - **menghitung financed emissions pada portofolio pembiayaan dan investasi,**
   - **mendukung pelaporan emisi scope 3,**
   - **mengidentifikasi sektor atau portofolio dengan intensitas emisi tinggi, serta**
   - **mendukung penyusunan strategi dekarbonisasi portofolio.**

2. **Pelaku Usaha dan UMKM**
   Digunakan untuk:
   - **menghitung emisi usaha secara mandiri,**
   - **meningkatkan kesiapan dalam memenuhi kebutuhan pelaporan kepada bank dan pembeli (buyer), serta**
   - **mendukung akses pembiayaan berkelanjutan.**

3. **Regulator dan Pembuat Kebijakan**
   Digunakan untuk:
   - **memperoleh gambaran awal distribusi emisi pada sektor ekonomi,**
   - **mendukung perumusan kebijakan berbasis data, serta**
   - **meningkatkan konsistensi penghitungan emisi pada sektor keuangan.**

8.3. Keterbatasan dan Pengembangan Ke Depan

Meskipun telah dirancang untuk memudahkan penghitungan emisi, penggunaan Kalkulator Hijau masih memiliki beberapa keterbatasan, antara lain:

- **penggunaan faktor emisi berdasarkan aktivitas ekonomi pada kondisi keterbatasan data,**
- **keterbatasan ketersediaan data emisi yang dilaporkan pada tingkat debitur atau proyek, serta**
- **variasi kualitas data antar sektor dan pengguna.**

Seiring dengan perkembangan ke depan, penghitungan emisi diharapkan dapat terus ditingkatkan melalui:

- **peningkatan ketersediaan dan kualitas data emisi,**
- **integrasi dengan sistem pelaporan dan database nasional, serta**
- **penyempurnaan faktor emisi agar semakin merefleksikan kondisi aktual.**

Pendekatan ini sejalan dengan prinsip peningkatan kualitas data secara bertahap (*data improvement pathway*) sebagaimana digunakan dalam praktik internasional.

8.4. Penutup

Kalkulator Hijau merupakan langkah awal dalam membangun sistem penghitungan emisi yang terstandar dan dapat digunakan secara luas di Indonesia. Pendekatan yang sederhana dan operasional dirancang untuk memudahkan implementasi oleh berbagai jenis entitas. Dengan demikian, Kalkulator Hijau diharapkan dapat mempercepat adopsi penghitungan emisi serta mendukung peningkatan kualitas data emisi secara nasional. Ke depan, pemanfaatan Kalkulator Hijau tidak hanya terbatas pada fungsi penghitungan, tetapi juga diarahkan menjadi bagian dari proses pengambilan keputusan dalam mendukung transisi menuju ekonomi hijau yang inklusif dan berkelanjutan.

KALKULATOR HIJAU

Catatan



KALKULATOR
HIJAU