

Carbon Accounting sebagai Infrastruktur Akuntabilitas Iklim dan Daya Saing Korporasi di Indonesia

Posma Sariguna Johnson Kennedy¹

Jessica Theresia Elizabeth², Anastasia Zefanya³, Ignatius Abraham Enga Tifaona⁴

¹Program Studi Doktor Manajemen, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta, Indonesia

²Program Studi Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Padjadjaran, Bandung

³Magister Kenotariatan, Fakultas Hukum Universitas Indonesia, Depok

⁴Magister Manajemen, Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Harapan Bangsa, Bandung

Abstrak

Carbon accounting telah bergeser dari praktik keberlanjutan yang bersifat sukarela menjadi infrastruktur strategis bagi tata kelola perusahaan, manajemen risiko, akses pasar, dan kredibilitas investasi. Pergeseran ini didorong oleh menguatnya *Greenhouse Gas Protocol* sebagai kerangka ukur dominan, berlakunya IFRS S2 sejak 2024, serta meluasnya instrumen penetapan harga karbon di tingkat global. Di Indonesia, urgensi tersebut diperbesar oleh pembaruan komitmen iklim nasional, operasionalisasi pasar karbon domestik, paparan ekspor terhadap rezim perdagangan yang sensitif terhadap jejak emisi, dan masih tingginya ketergantungan sistem energi pada batu bara. Berdasarkan kondisi itu, artikel ini membangun kerangka tinjauan kualitatif untuk penerapan *carbon accounting* di Indonesia melalui sintesis standar global, literatur akademik, perkembangan kebijakan mutakhir, dan arsitektur praktis yang ditekankan dalam buku lampiran. Hasil kajian menunjukkan bahwa kelemahan utama *carbon accounting* di Indonesia bukan terletak pada ketiadaan konsep, melainkan pada keterputusan antara pengukuran, verifikasi, pengambilan keputusan manajerial, keterlibatan rantai nilai, dan pelaporan keuangan. Oleh karena itu, artikel ini menawarkan kerangka terintegrasi berbasis penetapan batas organisasi, prioritas scope, tata kelola data, verifikasi dan assurance, penghitungan biaya karbon internal, serta jalur dekarbonisasi yang peka terhadap karakter sektor. Artikel ini menegaskan bahwa *carbon accounting* tidak seharusnya diposisikan hanya sebagai kewajiban pengungkapan, melainkan sebagai sistem operasi transisi strategis perusahaan, terutama pada sektor manufaktur, energi, agri-pangan, logistik, dan keuangan. Kontribusi utama kajian ini adalah menjembatani kesenjangan antara standar global *carbon accounting* dan realitas kelembagaan, pasar, serta struktur industri Indonesia, sekaligus menyediakan dasar konseptual yang layak dikembangkan lebih lanjut menjadi riset empiris.

Kata kunci: *carbon accounting*; akuntansi emisi gas rumah kaca; *scope 1*; *scope 2*; *scope 3*; pengungkapan iklim; pasar karbon; Indonesia

Abstract

Carbon accounting has shifted from a voluntary sustainability exercise into a strategic infrastructure for corporate governance, risk management, market access, and investment credibility. This shift is driven by the consolidation of the *Greenhouse Gas Protocol* as the dominant measurement framework, the effectiveness of IFRS S2 from 2024, and the continued expansion of carbon-pricing instruments worldwide. In Indonesia, the urgency is heightened by the country's updated climate commitments, the

operationalization of the domestic carbon market, export exposure to carbon-sensitive trade rules, and the persistence of a coal-intensive energy mix. Against this background, this article develops a qualitative review framework for carbon accounting implementation in Indonesia by synthesizing global standards, peer-reviewed literature, current policy developments, and the practical architecture emphasized in the attached book. The review finds that the principal weakness in Indonesian carbon accounting is not the absence of concepts, but the fragmentation between measurement, verification, managerial decision making, value-chain engagement, and financial reporting. The article therefore proposes an integrated Indonesian framework built on organizational boundary setting, scope prioritization, data governance, verification and assurance, internal carbon costing, and sector-sensitive decarbonization pathways. The study argues that carbon accounting should be positioned not merely as a disclosure obligation, but as an operating system for strategic transition, especially in manufacturing, energy, agri-food, logistics, and finance. The main contribution of this review is to bridge the gap between global carbon-accounting standards and the institutional, market, and industrial realities of Indonesia, while offering a manuscript-ready conceptual basis suitable for further empirical testing.

Keywords: carbon accounting; greenhouse gas accounting; scope 1; scope 2; scope 3; climate disclosure; carbon market; Indonesia

I. Pendahuluan

Carbon accounting kini bukan lagi diskursus periferal dalam *sustainability reporting*, melainkan salah satu fondasi utama tata kelola korporasi kontemporer. **Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)** menempatkan inventaris emisi organisasi sebagai kerangka standar global untuk menghitung emisi pada level entitas, sedangkan **IFRS S2** mewajibkan pengungkapan risiko dan peluang terkait iklim yang dapat memengaruhi arus kas, akses pendanaan, dan biaya modal perusahaan. Pada saat yang sama, perluasan *carbon pricing* terus meningkatkan relevansi ekonomi data emisi; laporan Bank Dunia yang dirilis pada 2026 menunjukkan penerimaan global dari *carbon pricing* mencapai rekor baru sebesar US\$107 miliar pada 2025. Dalam konteks ini, *carbon accounting* telah bergeser dari sekadar “pelaporan lingkungan” menjadi bahasa operasional yang menghubungkan kinerja iklim dengan keputusan keuangan dan strategi korporasi. (Greenhouse Gas Protocol, 2004; IFRS Foundation, 2026; Reuters, 2026).

Urgensi tersebut sangat nyata bagi Indonesia. Pada 2025 Indonesia melaporkan second *nationally determined contribution* (NDC) dengan target penurunan emisi sebesar 31,89% secara mandiri atau 43,2% dengan dukungan internasional pada 2030. Namun, tekanan implementasi berjalan berdampingan dengan realitas struktural yang berat: bauran energi Indonesia masih sangat ditopang batu bara, energi terbarukan masih berada di bawah 15% dari bauran, dan sektor berbasis lahan tetap memiliki bobot tinggi dalam profil emisi nasional. Dengan kata lain, Indonesia menghadapi kebutuhan ganda: memperkuat daya saing industri sekaligus membangun infrastruktur akuntabilitas iklim yang mampu diterjemahkan ke tingkat perusahaan. (The Guardian, 2025; Reuters, 2025).

Tekanan eksternal terhadap perusahaan Indonesia juga meningkat dari arah pasar. Indonesia telah meluncurkan bursa karbon domestik, mulai membuka penjualan kredit karbon kepada pembeli asing sejak Januari 2025, menyiapkan perdagangan offset berbasis kehutanan, dan pada Oktober 2025 kembali membuka perdagangan karbon internasional setelah moratorium empat tahun. Di sisi lain, pembeli internasional dan rezim perdagangan berbasis karbon semakin menuntut data emisi tertanam pada produk, terutama pada komoditas intensif emisi seperti semen, baja, pupuk, listrik, aluminium, dan rantai pasok manufaktur. Ini berarti bahwa kemampuan perusahaan mengukur, menelusuri, dan meyakinkan kualitas

data emisinya akan semakin menentukan akses pasar, biaya kepatuhan, dan peluang pendanaan hijau. (Reuters, 2025a; Reuters, 2025b; Reuters, 2025c).

Di tingkat pengetahuan, terdapat **gap** yang masih penting. Standar global telah menjelaskan *what to measure*, namun masih terdapat masalah komparabilitas, kreativitas akuntansi pada metode *market-based scope 2*, inkonsistensi data kinerja karbon perusahaan, dan lemahnya kualitas data *scope 3*. Literatur juga menunjukkan bahwa pelaporan iklim yang diwajibkan dapat berkorelasi dengan perbaikan kinerja karbon, tetapi pengaruh tersebut sangat bergantung pada kualitas tata kelola, mutu data, dan konsistensi sistem pelaporan. Pada saat yang sama, buku lampiran menekankan *carbon accounting* sebagai kebutuhan strategis bisnis modern dan membangun kerangka praktis yang mencakup *scope 1–3*, sistem data, verifikasi, strategi reduksi, pelaporan, *dashboard*, serta *roadmap* implementasi. Celah riset yang tersisa adalah perlunya sintesis yang menghubungkan standar global, temuan akademik, dan realitas kelembagaan Indonesia ke dalam satu kerangka implementasi yang utuh. (Brander et al., 2018; Busch et al., 2022; Bauckloh et al., 2023; Gillenwater, 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut, studi ini bertujuan untuk menyusun sebuah naskah kajian mengenai *carbon accounting* dan penerapannya di Indonesia dengan menempatkan *carbon accounting* sebagai infrastruktur akuntabilitas iklim perusahaan. Fokus studi ini bukan hanya menjelaskan teknik inventaris emisi, tetapi juga menunjukkan bagaimana *carbon accounting* dapat diintegrasikan ke dalam tata kelola, strategi, pembiayaan, verifikasi, dan hubungan rantai nilai perusahaan di Indonesia. (Greenhouse Gas Protocol, 2004; IFRS Foundation, 2026; Sihotang, n.d.).

II. Landasan Teori

Secara konseptual, *carbon accounting* adalah kerangka untuk mengukur, melacak, dan melaporkan emisi gas rumah kaca pada tingkat organisasi. *GHG Protocol* menegaskan bahwa inventaris emisi korporasi dibangun di atas prinsip relevansi, kelengkapan, konsistensi, transparansi, dan akurasi, serta diklasifikasikan ke dalam *scope 1*, *scope 2*, dan *scope 3*. *Scope 1* mencakup emisi langsung dari sumber yang dimiliki atau dikendalikan perusahaan; *scope 2* mencakup emisi dari energi yang dibeli; dan *scope 3* mencakup emisi tidak langsung lain di sepanjang rantai nilai.

Tabel 1. Prinsip Inventaris Emisi dan Klasifikasi Emisi Menurut GHG Protocol

Aspek	Penjelasan	Contoh / Karakteristik
Prinsip Relevansi (<i>Relevance</i>)	Inventaris emisi harus mencerminkan sumber emisi yang paling signifikan dan relevan dengan aktivitas perusahaan sehingga mampu mendukung pengambilan keputusan.	Perusahaan manufaktur menjadikan emisi proses produksi sebagai fokus utama karena merupakan penyumbang emisi terbesar.
Prinsip Kelengkapan (<i>Completeness</i>)	Seluruh sumber emisi yang berada dalam batas organisasi dan operasional harus dicatat dan dilaporkan, termasuk pengecualian yang disertai penjelasan.	Seluruh fasilitas produksi, kantor cabang, gudang, dan kendaraan operasional dimasukkan dalam inventaris emisi.
Prinsip Konsistensi (<i>Consistency</i>)	Metode penghitungan harus diterapkan secara konsisten dari tahun ke tahun agar hasil dapat dibandingkan. Jika terjadi perubahan metodologi, alasannya harus dijelaskan.	Perusahaan menggunakan faktor emisi yang sama setiap tahun atau menjelaskan revisi metode penghitungan.

Aspek	Penjelasan	Contoh / Karakteristik
Prinsip Transparansi (<i>Transparency</i>)	Asumsi, batas organisasi, sumber data, dan metode penghitungan harus dijelaskan secara terbuka sehingga dapat ditelusuri dan diverifikasi.	Laporan keberlanjutan memuat metodologi, faktor emisi, sumber data konsumsi energi, dan asumsi yang digunakan.
Prinsip Akurasi (<i>Accuracy</i>)	Data emisi harus dihitung sedekat mungkin dengan kondisi sebenarnya serta meminimalkan kesalahan agar hasilnya dapat dipercaya.	Menggunakan data konsumsi bahan bakar aktual dibandingkan estimasi sehingga hasil lebih akurat.
Scope 1 (<i>Direct Emissions</i>)	Emisi gas rumah kaca yang berasal langsung dari sumber yang dimiliki atau dikendalikan perusahaan. Tingkat kendali perusahaan tinggi dan umumnya lebih mudah diukur.	Sumber emisi: pembakaran bahan bakar, boiler, generator, kendaraan operasional, proses industri. Contoh: emisi CO ₂ dari genset, kendaraan perusahaan, atau pembakaran gas alam di pabrik.
Scope 2 (<i>Indirect Energy Emissions</i>)	Emisi tidak langsung yang berasal dari energi yang dibeli dan digunakan perusahaan. Tingkat kendali perusahaan sedang dengan tingkat kesulitan pengukuran sedang.	Sumber emisi: listrik, uap, pemanas, atau pendingin yang dibeli dari pihak lain. Contoh: emisi dari penggunaan listrik PLN pada kantor atau fasilitas produksi.
Scope 3 (<i>Other Indirect Emissions</i>)	Seluruh emisi tidak langsung lainnya yang terjadi di sepanjang rantai nilai perusahaan, baik pada aktivitas hulu maupun hilir. Tingkat kendali perusahaan rendah hingga tidak langsung dan pengukurannya paling kompleks.	Sumber emisi: aktivitas pemasok, transportasi pihak ketiga, perjalanan dinas, limbah, distribusi, penggunaan dan pembuangan produk. Contoh: emisi dari pengiriman bahan baku oleh pemasok, perjalanan bisnis menggunakan pesawat, distribusi produk, atau penggunaan produk oleh pelanggan.
Inti GHG Protocol	GHG Protocol menegaskan bahwa inventaris emisi yang berkualitas harus memenuhi lima prinsip utama—relevansi, kelengkapan, konsistensi, transparansi, dan akurasi—serta mengklasifikasikan emisi ke dalam Scope 1, Scope 2, dan Scope 3.	Kerangka ini membantu organisasi mengidentifikasi sumber emisi secara sistematis, menetapkan target pengurangan emisi, menyusun strategi dekarbonisasi, memenuhi tuntutan pelaporan keberlanjutan, dan meningkatkan kredibilitas informasi bagi regulator maupun investor.

Ketika standar ini dibaca bersama IFRS S2, *carbon accounting* menjadi bukan sekadar alat ekologis, melainkan fondasi pengungkapan yang digunakan investor untuk menilai prospek ekonomi entitas. (Greenhouse Gas Protocol, 2004; IFRS Foundation, 2026).

Tabel 2. *Carbon Accounting* dalam Perspektif IFRS S2

Aspek	Penjelasan	Implikasi bagi Perusahaan
Konsep Dasar	Dalam IFRS S2 (<i>Climate-related Disclosures</i>), <i>carbon accounting</i> tidak lagi dipandang hanya sebagai alat untuk mengukur dampak lingkungan, tetapi sebagai informasi yang material bagi pengambilan keputusan ekonomi investor.	Pengelolaan emisi menjadi bagian dari strategi bisnis dan tata kelola perusahaan.
Tujuan Pengungkapan	Menyediakan informasi yang konsisten, dapat dibandingkan, dan dapat diaudit mengenai risiko dan peluang terkait perubahan iklim yang dapat memengaruhi nilai perusahaan.	Investor memperoleh dasar yang lebih kuat untuk menilai prospek jangka panjang perusahaan.
Fokus Informasi	Pengungkapan mencakup emisi gas rumah kaca (<i>Scope 1</i> , <i>Scope 2</i> , dan <i>Scope 3</i>), strategi transisi iklim, target	Perusahaan harus mengintegrasikan data karbon ke dalam proses

Aspek	Penjelasan	Implikasi bagi Perusahaan
	pengurangan emisi, serta dampaknya terhadap kinerja keuangan.	perencanaan strategis dan pelaporan keuangan.
Perspektif Investor	Investor menggunakan informasi <i>carbon accounting</i> untuk mengevaluasi kemampuan perusahaan mengelola risiko iklim, mempertahankan daya saing, dan menciptakan nilai jangka panjang.	Perusahaan dengan strategi transisi yang kredibel cenderung memiliki tingkat kepercayaan investor yang lebih tinggi.
Risiko yang Dinilai	<i>Carbon accounting</i> membantu mengidentifikasi risiko fisik (banjir, kekeringan, cuaca ekstrem) dan risiko transisi (regulasi karbon, perubahan teknologi, perubahan preferensi pasar).	Perusahaan dapat mengantisipasi dampak perubahan iklim terhadap pendapatan, biaya operasional, dan aset.
Hubungan dengan Nilai Perusahaan	Data emisi menjadi indikator kemampuan perusahaan menjaga keberlanjutan arus kas, akses pendanaan, dan ketahanan model bisnis di masa depan.	Pengelolaan karbon yang baik dapat meningkatkan nilai perusahaan dan menurunkan biaya modal.
Kualitas Pengungkapan	Informasi harus memenuhi karakteristik dapat dipercaya, dapat diverifikasi, konsisten, dan material sehingga layak digunakan dalam analisis investasi.	Dibutuhkan sistem pengumpulan data karbon yang terintegrasi dengan sistem pelaporan perusahaan.
Implikasi Manajerial	<i>Carbon accounting</i> harus menjadi bagian dari tata kelola, manajemen risiko, pengambilan keputusan investasi, dan evaluasi kinerja organisasi.	Manajemen perlu mengintegrasikan target emisi ke dalam KPI, strategi bisnis, dan pengambilan keputusan investasi.

Literatur akademik menunjukkan bahwa masalah terbesar *carbon accounting* justru muncul pada titik-titik yang tampak teknis. Gillenwater menyoroti bahwa prinsip-prinsip akuntansi gas rumah kaca dapat menghasilkan konsekuensi material terhadap kualitas informasi apabila tidak diterapkan secara disiplin. Brander, Gillenwater, dan Ascui menunjukkan bahwa metode *market-based pada scope 2* dapat memunculkan “*creative accounting*” bila klaim atribut energi tidak benar-benar merepresentasikan perubahan fisik emisi. Sementara itu, Busch, Johnson, dan Pioch menyatakan bahwa data kinerja karbon korporasi masih menghadapi persoalan komparabilitas, cakupan, dan mutu, terutama ketika data tersebut dipakai lintas standar dan lintas pasar. Oleh sebab itu, kualitas *carbon accounting* tidak dapat dinilai hanya dari ada atau tidaknya angka emisi, tetapi dari integritas metodologi yang melahirkan angka tersebut. (Gillenwater, 2022; Brander et al., 2018; Busch et al., 2022).

Masalah lain yang sangat menonjol adalah dominasi emisi rantai nilai. Literatur yang dirangkum pada artikel *Carbon accounting* menunjukkan bahwa *scope 3* sering kali menjadi bagian terbesar dari jejak emisi korporasi; dalam sebagian data CDP, porsi ini diperkirakan mencapai sekitar 75% dari emisi yang dilaporkan, walaupun berbeda antar-industri. Pada saat yang sama, emisi yang tertanam dalam rantai nilai produk menuntut penguatan peran *life cycle assessment* dan pendekatan data hulu-hilir yang lebih presisi. Konsekuensinya, perusahaan yang hanya kuat pada *scope 1 dan 2* sebenarnya baru memegang sebagian kecil dari gambaran emisi yang relevan secara strategis. (Meinrenken et al., 2020; Busch et al., 2022).

Dari perspektif tata kelola dan pengungkapan, temuan penelitian memberikan dukungan bagi pandangan bahwa kewajiban pelaporan dapat memperbaiki perilaku perusahaan. OECD menekankan bahwa skema pengungkapan iklim di negara-negara G20 berkembang sangat cepat meskipun heterogen. Bauckloh, Klein, Pioch, dan Schiemann menemukan hubungan antara pelaporan iklim wajib dan kinerja karbon perusahaan. Belkhir, Bernard, dan Abdelgadir menunjukkan bahwa keberadaan pelaporan GRI berasosiasi dengan perbedaan performa emisi CO₂, sedangkan Haque dan Ntim menautkan mekanisme kebijakan dan tata kelola dengan kinerja lingkungan perusahaan. Dengan demikian, literatur mengarah pada

satu kesimpulan penting: carbon accounting menjadi efektif ketika diikat oleh tata kelola, pengawasan, dan insentif ekonomi, bukan ketika dibiarkan sebagai simbol reputasi. (OECD, 2015; Bauckloh et al., 2023; Belkhir et al., 2017; Haque & Ntim, 2018).

Dalam konteks praktis, *carbon accounting* diorganisasikan ke dalam delapan belas area implementasi, mulai dari urgensi strategis, pemetaan *scope*, sistem pengumpulan data, verifikasi, strategi reduksi, offsetting, pelaporan, *carbon pricing*, *dashboard*, studi kasus, hingga *roadmap* implementasi. Nilai utama buku tersebut adalah penekanan bahwa *carbon accounting* harus dibangun sebagai sistem manajerial yang hidup, bukan sebagai proyek pelaporan insidental. Artikel ini mengadopsi spirit praktis tersebut, namun memperluasnya dengan kerangka akademik dan kebijakan publik agar lebih sesuai dengan ekspektasi naskah jurnal bereputasi tinggi. (Sihotang, n.d.).

III. Metodologi

Studi ini menggunakan pendekatan kualitatif review literatur yang bersifat integratif. Fokusnya bukan menghitung ukuran efek statistik, melainkan mengidentifikasi, membandingkan, dan mensintesis gagasan, standar, regulasi, serta bukti empiris yang relevan untuk menyusun model konseptual penerapan carbon accounting di Indonesia. Dengan demikian, studi ini menempatkan literatur sebagai sumber data analitis untuk membangun argumentasi, memetakan keterbatasan pendekatan yang ada, dan merumuskan kerangka implementasi yang lebih sesuai dengan konteks Indonesia. (Greenhouse Gas Protocol, 2004; IFRS Foundation, 2026).

Sumber yang dianalisis terdiri atas tiga kelompok. Pertama, standar dan panduan utama, terutama GHG Protocol, IFRS S2, dan ISO 14064. Kedua, literatur akademik yang membahas prinsip carbon accounting, kritik metodologis, kualitas data, pelaporan wajib, dan hubungan antara tata kelola serta performa karbon. Ketiga, sumber kebijakan dan perkembangan mutakhir yang menjelaskan ekosistem Indonesia, seperti bursa karbon, perdagangan kredit karbon internasional, investasi hijau, dan rencana pasokan listrik nasional. (Greenhouse Gas Protocol, 2004; IFRS Foundation, 2026; Reuters, 2024; Reuters, 2025a; Sihotang, n.d.).

Prosedur analisis dilakukan melalui tiga tahap. Tahap pertama adalah *identification*, yaitu mengelompokkan sumber menurut tema: standar pengukuran, kualitas data, verifikasi, *financial disclosure*, *carbon pricing*, dan konteks Indonesia. Tahap kedua adalah *comparison*, yaitu menelaah titik temu dan titik benturan antar-sumber, misalnya antara tuntutan kredibilitas inventaris emisi dan kenyataan lemahnya data *scope 3*. Tahap ketiga adalah *synthesis*, yaitu merumuskan kerangka implementasi carbon accounting yang secara konseptual kuat, tetapi tetap operasional untuk dunia usaha Indonesia. Pendekatan ini dipilih karena tujuan artikel adalah membangun kerangka pemahaman dan rekomendasi strategis, bukan menguji hipotesis kausal tunggal (Busch et al., 2022; Gillenwater, 2022; Sihotang, n.d.).

IV. Diskusi

Pembahasan utama artikel ini adalah bahwa *carbon accounting* di Indonesia harus dipahami sebagai infrastruktur akuntabilitas iklim. Istilah “infrastruktur” dipakai karena *carbon accounting* yang efektif membutuhkan keterhubungan antara batas organisasi, proses bisnis, sistem data, fungsi keuangan, kepatuhan regulasi, pengadaan, produksi, distribusi, dan pelaporan publik. Jika perusahaan memandangnya hanya sebagai output laporan tahunan, maka yang muncul hanyalah angka emisi tanpa fungsi strategis. Sebaliknya, jika *carbon accounting* diposisikan sebagai sistem pengambilan keputusan, maka ia dapat

mengarahkan prioritas investasi, efisiensi energi, desain produk, pemilihan pemasok, akses pembiayaan, dan kesiapan terhadap regulasi pasar karbon. (Greenhouse Gas Protocol, 2004; IFRS Foundation, 2026; Sihotang, n.d.).

Dalam konteks Indonesia, langkah pertama yang paling menentukan adalah penetapan batas organisasi dan materialitas sektor. Perusahaan Indonesia tidak dapat menggunakan template generik yang sama untuk semua industri. Pada industri semen, logam, pertambangan, minyak dan gas, serta pembangkitan, hotspot emisi utama umumnya berada pada *scope 1* karena pembakaran dan proses industri. Pada manufaktur tekstil, makanan-minuman, properti, pusat data, dan layanan, bobot *scope 2* dapat menjadi sangat besar karena konsumsi listrik. Sementara itu, pada sawit, makanan olahan, ritel, logistik, serta lembaga keuangan, *scope 3* sering kali menjadi pusat masalah karena emisi tersebar pada rantai pasok, distribusi, penggunaan produk, atau portofolio pembiayaan. Tanpa analisis materialitas semacam ini, perusahaan cenderung fokus pada data yang mudah diperoleh, bukan pada sumber emisi yang paling menentukan. (Greenhouse Gas Protocol, 2004; Meinrenken et al., 2020; Busch et al., 2022).

Secara manajerial, *scope 1* di Indonesia harus diperlakukan sebagai arena pengendalian operasional langsung. Fokusnya mencakup pembakaran bahan bakar pada boiler, kiln, genset, armada kendaraan, dan proses industri; juga emisi fugitif seperti refrigeran. Bagi sektor-sektor intensif energi, inventory *scope 1* yang baik seharusnya langsung terhubung dengan program efisiensi termal, substitusi bahan bakar, elektrifikasi proses, perbaikan pemeliharaan, dan pengendalian kebocoran. Di sinilah *carbon accounting* menunjukkan fungsi ekonominya: pengukuran emisi yang akurat membantu perusahaan mengidentifikasi hotspot biaya energi, paparan pajak atau harga karbon, dan peluang penghematan dari modernisasi aset. Prinsip ini sejalan dengan penekanan dalam buku lampiran bahwa data emisi bukan sekadar alat kepatuhan, melainkan alat diagnosis operasional. (Sihotang, n.d.; Reuters, 2026).

Pada *scope 2*, masalah Indonesia menjadi lebih khas karena intensitas listrik grid masih tinggi akibat dominasi batu bara. Karena itu, inventaris *scope 2* tidak cukup hanya berhenti pada pembacaan tagihan listrik; perusahaan perlu membaca perbedaan antara pendekatan *location-based* dan *market-based*, menilai kualitas instrumen atribut energi yang dipakai, dan menghubungkan hasil pengukuran dengan strategi pengadaan energi bersih. Kritik Brander, Gillenwater, dan Ascui terhadap metode *market-based* relevan di sini: klaim penurunan emisi berbasis kontrak energi akan kehilangan kredibilitas bila tidak diiringi dengan transparansi metodologis dan integritas instrumen. Di sisi lain, rencana pasokan listrik baru Indonesia yang memperbesar porsi tambahan kapasitas energi terbarukan membuka jendela strategis bagi perusahaan untuk membangun portofolio pengurangan *scope 2* yang lebih kredibel melalui efisiensi, onsite renewable, dan pengadaan listrik hijau yang dapat diverifikasi. (Brander et al., 2018; Reuters, 2025).

Namun demikian, pusat gravitasi *carbon accounting* korporasi modern tetap berada pada *scope 3*. Di Indonesia, persoalan ini amat penting karena struktur ekonomi nasional bertumpu pada rantai pasok agrikultur, ekstraktif, manufaktur, dan distribusi yang panjang serta berlapis. Bagi industri sawit, makanan, tekstil, dan barang konsumsi, emisi dari bahan baku, perubahan penggunaan lahan, transportasi, kemasan, distribusi, hingga akhir masa pakai produk dapat melampaui gabungan *scope 1* dan *scope 2*. Karena itu, strategi paling realistis bukan mengejar kesempurnaan data sejak awal, melainkan membangun sistem bertahap: mulai dari pemasok atau kategori belanja yang paling material, menggunakan kombinasi data *primer* dan *secondary factors*, lalu meningkatkan kualitas data secara bertahap. GHG Protocol sendiri menempatkan inventaris rantai nilai sebagai dasar untuk menentukan fokus reduksi emisi yang paling relevan. (Greenhouse Gas Protocol, 2004; Meinrenken et al., 2020; Busch et al., 2022).

Agar inventaris tersebut kredibel, perusahaan memerlukan tata kelola data, verifikasi, dan assurance yang setara dengan disiplin akuntansi keuangan. Di sinilah ISO 14064-1 dan ISO 14064-3 menjadi relevan karena keduanya memberikan dasar kuantifikasi organisasi dan panduan verifikasi atas pernyataan gas rumah kaca. Verifikasi tidak boleh diperlakukan sebagai tahap kosmetik di akhir pelaporan, sebab persoalan utama carbon accounting justru sering terletak pada data sumber, faktor emisi, konsistensi batas organisasi, dan audit trail perubahan metodologi. Temuan literatur tentang lemahnya komparabilitas data kinerja karbon perusahaan semakin memperkuat argumen bahwa Indonesia memerlukan budaya assurance-ready carbon data bila ingin membangun pasar karbon dan praktik pengungkapan yang dipercaya investor. (ISO, 2018/2019; Busch et al., 2022; Gillenwater, 2022).

Tahap berikutnya adalah menghubungkan *carbon accounting* dengan bahasa keuangan dan strategi. Karena carbon pricing dunia terus meluas dan penerimaan globalnya mencapai rekor baru pada 2025, data emisi tidak lagi netral secara ekonomi. Bagi perusahaan Indonesia, inventaris emisi yang andal harus mulai diintegrasikan ke dalam *capital expenditure appraisal*, penganggaran energi, harga pokok produk, dan penilaian risiko perdagangan. Perusahaan yang mengeksport ke pasar yang sensitif terhadap emisi tidak cukup hanya menyatakan komitmen hijau; mereka harus dapat menunjukkan data yang dapat diaudit atas emisi proses dan emisi tertanam pada produk. Dengan kata lain, carbon accounting sebaiknya dioperasionalkan sebagai internal *carbon costing system* yang membantu manajemen memilih investasi beremisi lebih rendah, bukan sekadar menghitung emisi historis. (Reuters, 2026; Reuters, 2025; IFRS Foundation, 2026).

Tabel 3. Implikasi Manajerial Implementasi *Carbon Accounting* bagi Perusahaan di Indonesia

Aspek	Inti Pembahasan	Implikasi bagi Perusahaan di Indonesia
Penetapan batas organisasi dan materialitas emisi	Prioritas pengukuran emisi harus disesuaikan dengan karakteristik sektor industri sehingga fokus berada pada sumber emisi paling material.	Menghindari pelaporan yang hanya berorientasi pada data yang mudah diperoleh dan meningkatkan efektivitas strategi mitigasi.
Pengelolaan <i>Scope 1</i>	<i>Scope 1</i> mencakup emisi langsung dari pembakaran bahan bakar, proses industri, dan emisi fugitif yang berada dalam kendali perusahaan.	Mendukung efisiensi energi, elektrifikasi proses, pengurangan biaya operasional, serta kesiapan menghadapi pajak atau harga karbon.
Pengelolaan <i>Scope 2</i>	<i>Scope 2</i> berkaitan dengan konsumsi listrik yang masih didominasi pembangkit berbasis batu bara di Indonesia sehingga memerlukan pendekatan yang transparan.	Mendorong efisiensi energi, penggunaan energi terbarukan, serta pengadaan listrik hijau yang kredibel dan dapat diverifikasi.
Pengelolaan <i>Scope 3</i>	<i>Scope 3</i> menjadi sumber emisi terbesar pada banyak sektor karena berasal dari rantai pasok, distribusi, penggunaan produk, dan pembiayaan.	Inventarisasi dilakukan secara bertahap dengan memprioritaskan kategori emisi paling material serta peningkatan kualitas data secara berkelanjutan.
Tata kelola data dan <i>assurance</i>	Kredibilitas <i>carbon accounting</i> bergantung pada kualitas data, faktor emisi, batas organisasi, audit trail, dan verifikasi sesuai ISO 14064.	Meningkatkan kepercayaan regulator, investor, dan pasar karbon melalui data emisi yang dapat diaudit.
Integrasi dengan strategi dan keuangan	Data emisi perlu diterjemahkan ke dalam keputusan investasi, penganggaran, penetapan biaya, dan manajemen risiko.	<i>Carbon accounting</i> berkembang menjadi <i>internal carbon costing system</i> yang mendukung keputusan bisnis rendah karbon.

Aspek	Inti Pembahasan	Implikasi bagi Perusahaan di Indonesia
Perkembangan kebijakan Indonesia	Ekspansi pasar karbon dan kebijakan transisi energi meningkatkan kebutuhan terhadap inventaris emisi yang transparan dan dapat diverifikasi.	Perusahaan harus memperkuat sistem pelaporan agar mampu memenuhi tuntutan regulasi, perdagangan karbon, dan ekspor global.

Perkembangan kebijakan Indonesia menunjukkan bahwa kebutuhan tersebut semakin mendesak. Di satu sisi, Indonesia memperluas infrastruktur pasar karbon melalui bursa domestik, penjualan kredit kepada pembeli asing, pembukaan kembali perdagangan karbon internasional, dan rencana offset kehutanan. Di sisi lain, kebijakan investasi hijau nasional masih menyimpan ambiguitas, misalnya ketika sebagian pembangkit batu bara *captive* untuk industri nikel diberi label transisi dalam taksonomi keuangan berkelanjutan. Ambiguitas ini menimbulkan pelajaran penting bagi *carbon accounting*: semakin kompleks insentif dan klasifikasi kebijakan, semakin tinggi kebutuhan akan inventaris emisi yang jujur, dapat diverifikasi, dan tidak mudah dimanipulasi untuk tujuan reputasional. (Reuters, 2024; Reuters, 2025a; Reuters, 2025b).

Atas dasar sintesis tersebut, kajian ini mengusulkan kerangka implementasi *carbon accounting* untuk Indonesia yang bertumpu pada enam unsur yang saling mengunci. Unsur pertama adalah batas organisasi dan materialitas emisi. Unsur kedua adalah arsitektur data aktivitas dan faktor emisi yang terdokumentasi. Unsur ketiga adalah prioritisasi scope berdasarkan besaran dan kemampuan pengendalian. Unsur keempat adalah verifikasi dan assurance. Unsur kelima adalah translasi emisi ke keputusan manajerial melalui harga karbon internal, analisis investasi, dan strategi pengadaan. Unsur keenam adalah integrasi ke pelaporan dan tata kelola eksternal agar informasi iklim dapat dibaca investor, regulator, pembeli, dan mitra pembiayaan. Kerangka ini memperluas pendekatan praktis buku lampiran dengan menambah dimensi kelembagaan, finansial, dan rantai nilai yang secara khusus relevan bagi Indonesia. (Sihotang, n.d.; Greenhouse Gas Protocol, 2004; IFRS Foundation, 2026).

Tabel 4. Kerangka Implementasi *Carbon Accounting* di Indonesia

Unsur Implementasi	Fokus Utama	Tujuan/Implikasi
1. Batas organisasi dan materialitas emisi	Menetapkan batas organisasi serta mengidentifikasi sumber emisi yang paling material.	Memastikan inventaris emisi mencerminkan sumber emisi yang paling signifikan dan relevan bagi perusahaan.
2. Arsitektur data aktivitas dan faktor emisi	Membangun sistem data aktivitas dan faktor emisi yang terdokumentasi, konsisten, dan dapat ditelusuri.	Menghasilkan data emisi yang akurat, andal, dan siap untuk proses audit maupun pelaporan.
3. Prioritisasi Scope Emission	Menentukan prioritas pengelolaan <i>Scope 1</i> , <i>Scope 2</i> , dan <i>Scope 3</i> berdasarkan besarnya emisi serta tingkat pengendalian perusahaan.	Mengoptimalkan sumber daya perusahaan dengan memfokuskan upaya reduksi pada sumber emisi yang paling berdampak.
4. Verifikasi dan assurance	Melakukan verifikasi serta assurance terhadap data dan metodologi <i>carbon accounting</i> sesuai standar yang berlaku.	Meningkatkan kredibilitas, transparansi, dan kepercayaan investor, regulator, serta pemangku kepentingan.
5. Integrasi ke keputusan manajerial	Menghubungkan informasi emisi dengan harga karbon internal, analisis investasi, penganggaran, dan strategi pengadaan.	Menjadikan <i>carbon accounting</i> sebagai dasar pengambilan keputusan bisnis dan investasi rendah karbon.
6. Integrasi ke pelaporan dan tata kelola eksternal	Mengintegrasikan informasi emisi ke dalam pelaporan keberlanjutan dan tata kelola perusahaan.	Memenuhi kebutuhan informasi bagi investor, regulator, pembeli, dan mitra pembiayaan serta mendukung kepatuhan terhadap regulasi iklim.

Sumber: Disusun oleh penulis berdasarkan Greenhouse Gas Protocol (2004), dan IFRS Foundation (2026).

Secara akademik, kontribusi utama artikel ini terletak pada upaya menjembatani tiga lapisan yang selama ini sering berjalan sendiri-sendiri: standar pengukuran global, kritik empiris atas mutu data dan praktik pelaporan, serta kebutuhan implementasi Indonesia yang bergerak cepat akibat NDC baru, pengembangan pasar karbon, reformasi energi, dan tuntutan daya saing ekspor. Dengan demikian, *carbon accounting* dalam konteks Indonesia sebaiknya tidak lagi didefinisikan secara sempit sebagai “penghitungan CO₂e”, melainkan sebagai mekanisme koordinasi lintas fungsi yang membuat komitmen iklim dapat diterjemahkan ke dalam angka, keputusan, investasi, dan akuntabilitas. (Bauckloh et al., 2023; Busch et al., 2022; Reuters, 2025; The Guardian, 2025).

V. Kesimpulan

Carbon accounting adalah prasyarat bagi perusahaan Indonesia untuk memasuki fase baru tata kelola iklim yang berbasis bukti. Standar global telah menyediakan tata bahasa metodologisnya, tetapi kualitas implementasi tetap ditentukan oleh cara perusahaan membangun batas organisasi, memilih prioritas *scope*, mengelola data, melakukan verifikasi, dan menautkan hasil pengukuran ke keputusan strategis. Dalam konteks Indonesia, kebutuhan tersebut diperkuat oleh target iklim nasional yang diperbarui, pengembangan pasar karbon domestik dan internasional, perubahan lanskap energi, serta meningkatnya tuntutan pasar ekspor dan pembiayaan berkelanjutan. Oleh sebab itu, nilai sejati *carbon accounting* bukan terletak pada keberadaan laporan emisi semata, melainkan pada kemampuannya mengubah data menjadi disiplin manajerial yang dapat dipertanggungjawabkan.

Temuan kajian ini menegaskan bahwa agenda riset dan praktik di Indonesia harus bergerak dari tahap “mengukur” ke tahap “mengintegrasikan”. Artinya, perusahaan perlu membangun *carbon accounting* yang tidak berhenti pada inventaris tahunan, tetapi terhubung dengan efisiensi operasi, strategi energi, pengadaan pemasok, penilaian investasi, tata kelola risiko, dan pengungkapan pasar modal. Dengan cara itu, *carbon accounting* dapat berfungsi sebagai infrastruktur akuntabilitas iklim yang sekaligus memperkuat daya saing perusahaan Indonesia di era ekonomi rendah karbon.

Daftar Pustaka

References

- Bauckloh, T., Klein, C., Pioch, T., & Schiemann, F. (2023). *Under pressure? The link between mandatory climate reporting and firms' carbon performance*. *Organization & Environment*, 36, 126–149. DOI: <https://doi.org/10.1177/10860266221083340>
- Belkhir, L., Bernard, S., & Abdelgadir, S. (2017). *Does GRI reporting impact environmental sustainability? A cross-industry analysis of CO₂ emissions performance between GRI-reporting and non-reporting companies*. *Management of Environmental Quality*, 28(2), 138–155. DOI: <https://doi.org/10.1108/MEQ-10-2015-0191>
- Brander, M., Gillenwater, M., & Ascui, F. (2018). *Creative accounting: A critical perspective on the market-based method for reporting purchased electricity (scope 2) emissions*. *Energy Policy*, 112, 29–33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.09.051>
- Busch, T., Johnson, M., & Pioch, T. (2022). *Corporate carbon performance data: Quo vadis?* *Journal of Industrial Ecology*, 26(1), 350–363. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.13008>
- Gillenwater, M. (2022). *Examining the impact of GHG accounting principles*. *Carbon Management*, 13(1), 550–553. DOI: <https://doi.org/10.1080/17583004.2022.2135238>
- Green, J. F. (2010). *Private standards in the climate regime: The Greenhouse Gas Protocol*. *Business and Politics*, 12(3), 1–37. DOI: <https://doi.org/10.2202/1469-3569.1318>

- Greenhouse Gas Protocol. (2004). *The GHG Protocol corporate accounting and reporting standard* (revised ed.). World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development.
- Haque, F., & Ntim, C. G. (2018). *Environmental policy, sustainable development, governance mechanisms and environmental performance*. *Business Strategy and the Environment*, 27(3), 415–435. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.2007>
- IFRS Foundation. (2026). *IFRS S2 Climate-related Disclosures*.
- International Organization for Standardization. (2018/2019). *ISO 14064 greenhouse gases* (Parts 1–3).
- Meinrenken, C. J., Chen, D., Esparza, R. A., Iyer, V., Paridis, S. P., Prasad, A., & Whillas, E. (2020). *Carbon emissions embodied in product value chains and the role of life cycle assessment in curbing them*. *Scientific Reports*, 10, 6184. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62030-x>
- OECD. (2015). *Climate change disclosure in G20 countries: Stocktaking of corporate reporting schemes*. DOI: <https://doi.org/10.1787/5d8b837f-en>
- Reuters. (2024, February 20). *Indonesia's new green investment rulebook includes coal power plants*. Reuters.
- Reuters. (2025, February 11). *Indonesia plans to boost renewable usage in new electricity supply plan*. Reuters.
- Reuters. (2025, March 14). *Indonesia plans launch of forestry-based carbon offset trade soon, Antara reports*. Reuters.
- Reuters. (2025, October 15). *Indonesia allows resumption of international carbon trade after four years*. Reuters.
- Reuters. (2026, May 20). *Global carbon emissions pricing raised record \$107 billion in 2025*. Reuters.
- Sihotang, D. G. (n.d.). *Carbon accounting: Strategi praktis mengukur dan mengurangi jejak karbon perusahaan*. Buku pengguna profesional.
- The Guardian. (2025, November 20). *We can no longer predict the seasons: why Indonesia's coal mindset has to change*. *The Guardian*.