BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL

KARYA TERPILIH
PROGRAM AKUISISI
PENGETAHUAN LOKAL
TIDAK UNTUK DIPERJUALBELIKAN

Amrie Firmansyah
Yohanes Rama Adiwicaksana
Muhammad Rafi Bakri

Revolusi Audit Karbon: Mendorong Transparansi dan Akuntabilitas



Revolusi Audit Karbon: Mendorong Transparansi dan Akuntabilitas

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Diterbitkan pertama pada 2026 oleh Penerbit BRIN
Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Amrie Firmansyah
Yohanes Rama Adiwicaksana
Muhammad Rafi Bakri

Revolusi Audit Karbon: Mendorong Transparansi dan Akuntabilitas

Buku ini tidak diperjualbelikan.

© 2026 Amrie Firmansyah, Yohanes Rama Adiwicaksana, Muhammad Rafi Bakri

Katalog dalam Terbitan (KDT)
Revolusi Audit Karbon: Mendorong Transparansi dan Akuntabilitas/Amrie Firmansyah, Yohanes Rama Adiwicaksana, Muhammad Rafi Bakri – Jakarta: Penerbit BRIN, 2026.

xvi+220; 14,8 × 21 cm.

ISBN: 978-634-7933-45-4 (*e-book*)

1. Audit Karbon
2. Akuntansi Lingkungan
3. Transparansi
4. Akuntabilitas

657.45

Editor : Prapti Sasiwi
Copy Editor : Sonny Heru Kusuma, Epik Finilih
Proofreader : Epik Finilih
Penata Isi : Rahma Hilma Taslima, Erna Rumbiati
Desainer sampul : Rahma Hilma Taslima, Erna Rumbiati

Cetakan pertama : November 2026

Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, anggota Ikapi
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B.J. Habibie, Jl. M.H. Thamrin No. 8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340
Whatsapp: +62 811-1064-6770
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id

Buku ini tidak diperjualbelikan.



DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL xi
PENGANTAR PENERBIT xiii
PRAKATA xv

BAB I AUDIT KARBON: URGENSI DAN TANTANGAN GLOBAL 1
A. Urgensi Audit Karbon dalam Krisis Iklim Global 1
B. Tantangan Global dalam Pelaporan dan Verifikasi Emisi Karbon 4
C. Menelisik Lebih Dalam Terkait Audit Karbon 7

BAB II KERANGKA REGULASI DAN STANDARDISASI PELAPORAN KARBON 13
A. Munculnya ESG: Awal dari Segalanya 13
B. Kewajiban Pelaporan Karbon dari IFRS 16
C. Audit Karbon-Kombinasi Internal dan Eksternal 25

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. Materialitas Audit Karbon.....30
E. Kebijakan Internasional: Kyoto Protocol dan Paris Agreement.....34
F. Kebijakan Karbon di Berbagai Negara: Studi Kasus 38
G. Peran Pemerintah dalam Mewajibkan Verifikasi Karbon...42
H.Dampak Kebijakan terhadap Praktik Pelaporan dan Audit Karbon 46
I. Pengaruh Kebijakan pada Sektor dengan Emisi Tinggi 49

BAB III METODOLOGI AUDIT KARBON 55
A. Pelaporan Berkelanjutan Memicu Timbulnya Audit Karbon 55
B. Integrasi Risiko Iklim dalam Audit Karbon 62
C. Praktik Audit Karbon di Beberapa Negara.....68

BAB IV PERSPEKTIF EKONOMI DAN SOSIAL AUDIT KARBON 75
A. Dampak Ekonomi dan Sosial Audit Karbon terhadap Keberlanjutan.....75
B. Audit Karbon dalam Pengurangan Risiko Finansial.....77
C. Perspektif Sosial: Kesadaran dan Akuntabilitas Publik.....89
D. Membangun Paradigma Baru melalui Audit Karbon 102

BAB V URGENSI VERIFIKASI PELAPORAN KARBON 107
A Kendala Transparansi dan Akurasi dalam Verifikasi Pelaporan Karbon 107
B. Kompleksitas Pelaporan di Sektor Berbeda 109
C. Inovasi Teknologi dalam Audit dan Verifikasi Karbon ... 111
D. Peluang untuk Peningkatan Kredibilitas Pelaporan dan Audit 114
E. Solusi dan Inovasi dalam Praktik Verifikasi 116

BAB VI PERAN TEKNOLOGI DALAM MASA DEPAN AUDIT KARBON 119
A. Teknologi Modern untuk Transformasi Audit Karbon.... 119
B. Dampak Tren Global terhadap Evolusi Audit Karbon 127

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BAB VII KONTINGENSI KEPERCAYAAN PUBLIK DAN INVESTOR 135
A. Peran Kepercayaan Publik dalam Audit Karbon 135
B. Tantangan dalam Memengaruhi Kepercayaan Publik dan Investor dalam Konteks Audit Karbon 141
C. Strategi untuk Meningkatkan Kepercayaan Publik dan Investor dalam Konteks Audit Karbon 150

BAB VIII AUDIT KARBON PADA SEKTOR PUBLIK 159
A. Implementasi Audit Karbon di Sektor Publik Indonesia 159
B. ***Framework*** Audit Karbon di BPK 165
C. Audit Terkait Karbon yang Pernah Dilakukan BPK 172
D. Audit atas Laporan Keuangan yang Menungkapkan Karbon 176

BAB IX AUDIT KARBON SEBAGAI PILAR TRANSISI MENUJU EKONOMI RENDAH KARBON 183
A. Audit Karbon sebagai Instrumen Strategis Tata Kelola Keberlanjutan 183
B. Implikasi dan Rekomendasi terkait Kebijakan Audit Karbon 187
C. Prospek Masa Depan Audit Karbon 190

DAFTAR PUSTAKA 193
GLOSARIUM 211
TENTANG PENULIS 215

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Kerja "1+N" 42
Gambar 3.1 Global Sustainability Mega Forces 56
Gambar 3.2 Value Chain pada ESG 58
Gambar 3.3 *Inside-Out* dan *Outside-In* *61*
Gambar 4.1 Tren Emisi GRK Berdasarkan Jenis Sektor 81
Gambar 4.2 Distribusi Emisi GRK Sektor Energi 98
Gambar 8.1 IPSAS RPGs 1 dan 3 160
Gambar 8.2a Perubahan SAP akibat IFRS S1 dan S2 163
Gambar 8.2b Proses Pemaksimalan Audit Kinerja atas Karbon 164
Gambar 8.3 Template Tindak Lanjut dari ISAM 169
Gambar 8.4 Audit atas SDGs yang Pernah Dilakukan BPK 171
Gambar 8.5 Alur Monev SDGs oleh Bappenas 174
Gambar 8.6 Aksi Mitigasi Perubahan Iklim 176
Gambar 8.7 Lini Masa SPK 178

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Intensitas Emisi Gas Rumah Kaca Menurut Lapangan Usaha (ton CO2e per miliar Rupiah).....50

Tabel 3.1 Komponen *Global Sustainability Mega Forces*.....*57*

Tabel 3.2 Overall Assessment Audit Karbon.....68

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



PENGANTAR PENERBIT

Sebagai penerbit ilmiah, Penerbit BRIN mempunyai tanggung jawab untuk terus berupaya menyediakan terbitan ilmiah yang berkualitas. Upaya tersebut merupakan salah satu perwujudan tugas Penerbit BRIN untuk turut serta membangun sumber daya manusia unggul dan mencerdaskan kehidupan bangsa sebagaimana yang diamanatkan dalam pembukaan UUD 1945.

Buku Revolusi Audit Karbon: Mendorong Transparansi dan Akuntabilitas secara komprehensif membahas urgensi audit karbon di tengah krisis iklim global, mulai dari transformasi pelaporan emisi gas rumah kaca hingga metodologi audit karbon dari berbagai perspektif. Buku ini sangat bermanfaat bagi regulator, auditor, korporasi, dan akademisi dalam mengawal transisi menuju ekonomi rendah karbon yang transparan dan berkelanjutan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kami berharap hadirnya buku ini dapat menjadi referensi bacaan untuk menambah wawasan dan pengetahuan bagi seluruh pembaca. Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penerbitan buku ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya penyusunan buku *Revolusi Audit Karbon: Mendorong Transparansi dan Akuntabilitas*. Buku ini lahir dari keprihatinan sekaligus optimisme kami terhadap semakin mendesaknya kebutuhan transparansi pelaporan emisi karbon dan pentingnya audit karbon yang kredibel di tengah krisis iklim global.

Seiring meningkatnya kesadaran akan dampak perubahan iklim, perusahaan, pemerintah, dan masyarakat internasional menghadapi tantangan untuk memastikan akuntabilitas pengelolaan emisi secara lebih serius. Namun, di balik kesadaran itu, praktik pelaporan karbon kerap menemui berbagai kendala, mulai dari inkonsistensi standar, risiko manipulasi data, hingga belum optimalnya pemanfaatan teknologi verifikasi. Kondisi ini memunculkan kebutuhan akan sistem audit karbon yang tidak hanya bersifat formalitas administratif,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tetapi juga menjadi instrumen strategis dalam mendukung mitigasi perubahan iklim.

Buku ini disusun sebagai upaya memberikan pemahaman komprehensif mengenai perkembangan regulasi, metodologi audit karbon, peran teknologi digital seperti *blockchain* dan *Internet of Things*, serta dinamika kebijakan internasional dan domestik yang memengaruhi praktik audit karbon. Kami juga berupaya memotret berbagai peluang dan tantangan yang akan dihadapi dalam upaya mendorong pelaporan karbon yang lebih kredibel dan dapat diperbandingkan lintas yurisdiksi.

Penulisan buku ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak, baik akademisi, praktisi, maupun regulator yang telah menjadi rujukan inspirasi dan referensi. Oleh karena itu, besar harapan kami agar buku ini dapat memberikan kontribusi positif bagi dunia akademik, profesional, dan pemangku kepentingan lainnya dalam mewujudkan praktik pelaporan dan audit karbon yang transparan, akuntabel, dan berdampak nyata bagi keberlanjutan bumi.

Jakarta, Juni 2025

Penulis



BAB I
AUDIT KARBON: URGENSI DAN TANTANGAN GLOBAL

A. Urgensi Audit Karbon dalam Krisis Iklim Global

Dalam beberapa dekade terakhir, perubahan iklim telah menjadi tantangan global paling mendesak dengan dampak luas terhadap lingkungan, ekonomi, dan kesehatan manusia. Peningkatan emisi gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO_2), yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi, dan kegiatan industri, telah menyebabkan pemanasan global dan perubahan pola cuaca yang ekstrem. Perubahan ini telah mendorong negara-negara di seluruh dunia untuk menetapkan target pengurangan emisi karbon dan meningkatkan pengawasan terhadap kontribusi industri dalam krisis iklim (Adedoyin et al., 2021).

Seiring meningkatnya kesadaran global akan keberlanjutan, perusahaan menghadapi tuntutan transparansi yang lebih besar dalam pelaporan emisi karbon. Paris Agreement dan Kyoto Protocol

Buku ini tidak diperjualbelikan.

telah mendorong penerapan standar internasional dalam pelaporan karbon, seperti GRI (Global Reporting Initiative), SASB (Sustainability Accounting Standards Board), dan International Financial Reporting Standards (IFRS)S2 (Yan, 2024). Standar ini mengharuskan perusahaan untuk menyajikan data emisi yang lebih akurat guna memastikan komitmen terhadap keberlanjutan bukan sekadar klaim tanpa bukti (Ascui, 2014; Olson, 2010)

Salah satu tantangan utama dalam pelaporan karbon adalah keandalan data yang disampaikan perusahaan. Tanpa mekanisme verifikasi independen, pelaporan emisi rentan terhadap manipulasi data dan praktik *greenwashing*, di mana perusahaan mengklaim lebih "hijau" dari kenyataan (Gray et al., 2014). Untuk memastikan transparansi dan akurasi dalam pelaporan karbon, audit karbon menjadi instrumen kunci dalam proses ini. Audit karbon adalah proses verifikasi independen terhadap laporan emisi karbon perusahaan yang bertujuan untuk memastikan bahwa informasi yang disampaikan akurat, lengkap, dan sesuai dengan standar yang berlaku (Chung & Cho, 2018; Earnhart & Harrington, 2021).

Selain meningkatkan akuntabilitas perusahaan, audit karbon juga memainkan peran strategis dalam membangun kepercayaan pemangku kepentingan, termasuk investor, pemerintah, dan konsumen. Ozili (2021) menyimpulkan bahwa perusahaan dengan pelaporan keberlanjutan yang lebih transparan memiliki daya tarik lebih besar bagi investor dan lebih mampu menghindari risiko reputasi buruk akibat ketidaksesuaian data lingkungan.

Meski demikian, proses audit karbon masih menghadapi tantangan besar. Sistem pelaporan konvensional sering kali bergantung pada metode manual yang berisiko tinggi terhadap kesalahan dan bias. Selain itu, proses verifikasi yang panjang membuat laporan emisi tidak selalu mencerminkan kondisi *real-time* sehingga menyulitkan pemangku kepentingan dalam mengambil keputusan yang cepat dan akurat (Yan, 2024).

Untuk mengatasi kendala dalam pelaporan dan audit karbon, inovasi teknologi seperti *blockchain* dan *Internet of Things* (IoT) mulai

diadopsi untuk meningkatkan transparansi, akurasi, dan efisiensi. *Blockchain* memungkinkan pencatatan data yang tidak dapat diubah sehingga seluruh transaksi dan perubahan dalam laporan emisi dapat diverifikasi secara terbuka oleh pemangku kepentingan (Yaga et al., 2018). Sementara itu, IoT memungkinkan pemantauan emisi secara *real-time* melalui sensor yang dipasang di berbagai titik operasional perusahaan, menghasilkan data yang lebih tepat waktu dan akurat (Tapscott & Tapscott, 2016). Namun, penerapan teknologi ini sangat dipengaruhi oleh ruang lingkup sumber emisi.

Pada sektor energi, IoT dapat digunakan untuk memonitor konsumsi bahan bakar fosil dan keluaran gas buang dari pembangkit listrik maupun transportasi. Pada sektor Forestry and Other Land Use (FOLU), sensor berbasis IoT dan citra satelit mampu mendeteksi deforestasi, degradasi hutan, serta perubahan tata guna lahan yang memengaruhi serapan dan pelepasan karbon (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2022). Untuk sektor industri, *blockchain* dapat mencatat rantai pasok bahan baku dan proses produksi sehingga jejak karbon dapat ditelusuri secara lebih transparan lintas rantai nilai. Pendekatan ini sejalan dengan panduan Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2006) yang menekankan pentingnya penghitungan emisi dari berbagai kategori lahan (*forest land, cropland, grassland, wetlands, settlements,* dan *other land*) dalam inventarisasi gas rumah kaca (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006). Kombinasi *blockchain* dan IoT memberikan pendekatan transformatif dalam pelaporan karbon lintas sektor. Dengan dukungan *smart contracts*, verifikasi data dapat dilakukan secara otomatis tanpa intervensi manual sehingga meminimalkan risiko manipulasi sekaligus mempercepat proses audit. Dengan demikian, teknologi ini tidak hanya meningkatkan keandalan pelaporan, tetapi juga memungkinkan metode pemantauan yang lebih adaptif sesuai dengan karakteristik emisi di masing-masing sektor.

Audit karbon berbasis teknologi tidak hanya meningkatkan kepercayaan publik dan pemangku kepentingan, tetapi juga membantu perusahaan memenuhi regulasi yang semakin ketat di tingkat

global. Oleh karena itu, buku ini membahas secara mendalam peran audit karbon dalam meningkatkan transparansi dan akuntabilitas, serta bagaimana teknologi dapat digunakan sebagai solusi dalam menghadapi tantangan verifikasi emisi karbon.

B. Tantangan Global dalam Pelaporan dan Verifikasi Emisi Karbon

Dalam beberapa tahun terakhir, semakin banyak negara yang memberlakukan regulasi wajib bagi perusahaan untuk melaporkan emisi karbon mereka secara terbuka dan transparan. Regulasi ini mencakup metode pengukuran, pencatatan, serta target pengurangan emisi yang harus dipenuhi oleh perusahaan. Di negara-negara maju, seperti Inggris, Jerman, dan anggota Uni Eropa lainnya, perusahaan besar tidak hanya diwajibkan menghitung jejak karbon mereka, tetapi juga menyusun strategi konkret untuk mengurangi emisi (Komisi Eropa, 2023). Kebijakan ini bertujuan untuk meningkatkan akuntabilitas perusahaan terhadap dampak lingkungannya serta mendorong implementasi tindakan mitigasi yang lebih nyata (Ozili, 2021).

Perjanjian internasional seperti Paris Agreement dan Kyoto Protocol menjadi dasar utama bagi banyak negara dalam menetapkan target pengurangan emisi nasional yang lebih ambisius (Gutterman, 2024). Paris Agreement, misalnya, bertujuan untuk membatasi kenaikan suhu global di bawah 1,5°Celsius, dengan mendorong negara-negara untuk mengadopsi kebijakan yang lebih ketat dalam mengurangi emisi gas rumah kaca (Benito & Alonso, 2018). Konsekuensinya, banyak negara menerapkan instrumen kebijakan, seperti *cap and trade* serta pajak karbon, yang memberikan insentif kepada perusahaan untuk mengurangi emisi dengan berinvestasi pada teknologi rendah karbon guna menghindari biaya tambahan akibat kelebihan emisi (Gutterman, 2024).

Namun, meskipun regulasi semakin ketat, tantangan dalam implementasi pelaporan emisi karbon tetap besar. Salah satu hambatan utama adalah kompleksitas dalam proses pelaporan, terutama bagi

perusahaan dengan rantai pasok global. Pelaporan emisi karbon saat ini mencakup tiga kategori utama, yaitu Scope 1, Scope 2, dan Scope 3 (Gray et al., 2014; Gutterman, 2024; TCFD, 2021):

1) Scope 1: Emisi langsung dari aktivitas operasional perusahaan, seperti pembakaran bahan bakar di pabrik;
2) Scope 2: Emisi dari konsumsi energi yang dibeli, seperti listrik yang digunakan dalam operasional;
3) Scope 3: Emisi tidak langsung dari seluruh rantai pasok, termasuk transportasi, aktivitas pemasok, dan penggunaan produk oleh konsumen.

Di antara ketiga kategori ini, Scope 3 merupakan tantangan terbesar karena melibatkan data dari pihak ketiga yang berada di luar kendali langsung perusahaan. Untuk memperoleh data yang akurat, perusahaan perlu berkoordinasi dengan pemasok, distributor, dan mitra bisnis mereka, yang sering kali memiliki metode pelaporan berbeda atau bahkan tidak memiliki sistem pencatatan emisi yang memadai.

Selain kompleksitas dalam pengumpulan data, ketidaksesuaian standar pelaporan di berbagai negara semakin memperumit verifikasi data emisi. Beberapa standar yang saat ini banyak digunakan mencakup GHG Protocol, ISO 14064, serta standar nasional yang diterapkan oleh berbagai negara (Gutterman, 2024; Syam et al., 2024; Wagenhofer, 2024). Namun, karena tidak semua negara memiliki kebijakan yang sama, perusahaan multinasional menghadapi kesulitan dalam memastikan konsistensi dan kepatuhan terhadap berbagai regulasi di wilayah operasional mereka.

Uni Eropa, misalnya, perusahaan di bawah regulasi EU Emissions Trading System (EU ETS) diwajibkan untuk melaporkan Scope 1 dan Scope 2 dengan standar yang sangat ketat. Sebaliknya, di beberapa negara berkembang, pelaporan emisi masih bersifat sukarela dan belum mencakup Scope 3 secara menyeluruh (Wagenhofer, 2024). Perbedaan regulasi ini menyebabkan kesulitan dalam membandingkan data emisi antara satu perusahaan dengan yang lain, serta menimbulkan

tantangan dalam evaluasi kinerja keberlanjutan di tingkat global (Wagenhofer, 2024).

Perbedaan standar juga mengakibatkan ketidakselarasan dalam audit karbon karena auditor sering kali harus menggunakan pendekatan yang berbeda untuk setiap yurisdiksi. Hal ini meningkatkan biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan audit yang komprehensif (Gray et al., 2014). Menurut Gutterman (2024), perbedaan standar dan regulasi pelaporan keberlanjutan di berbagai negara menciptakan tantangan dalam mencapai transparansi yang konsisten. Ketidakkonsistenan data antarnegara dan perusahaan menghambat upaya untuk menyajikan informasi yang dapat diperbandingkan secara global, yang pada akhirnya dapat menurunkan kepercayaan pemangku kepentingan terhadap laporan emisi yang dipublikasikan. Regulasi yang berbeda dalam pelaporan karbon menyebabkan variasi dalam cakupan dan metodologi yang digunakan oleh perusahaan sehingga menyulitkan investor dan regulator dalam menilai kinerja keberlanjutan secara objektif dan kredibel.

Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan harmonisasi standar pelaporan karbon di tingkat global. Harmonisasi ini akan memungkinkan:

1) Transparansi dan kredibilitas data yang lebih tinggi, karena laporan karbon akan memiliki format yang seragam di berbagai negara.
2) Proses audit yang lebih efisien, karena auditor dapat menggunakan kerangka kerja yang seragam untuk menilai laporan emisi dari perusahaan multinasional.
3) Peningkatan kepercayaan pemangku kepentingan, termasuk investor dan regulator, terhadap data keberlanjutan yang dilaporkan oleh perusahaan.

Harmonisasi standar pelaporan karbon berpotensi memfasilitasi evaluasi kinerja keberlanjutan antarperusahaan secara global dengan meningkatkan keselarasan praktik akuntansi keberlanjutan di berbagai yurisdiksi dan sektor industri, yang pada akhirnya memungkinkan

pemangku kepentingan untuk melakukan perbandingan terhadap komitmen lingkungan perusahaan dengan lebih akurat (Yan, 2024). Dengan demikian, upaya harmonisasi ini dapat memperkuat kepercayaan publik dan investor terhadap laporan karbon, sekaligus mendorong perusahaan untuk berkontribusi lebih aktif dalam mitigasi perubahan iklim.

C. Menelisik Lebih Dalam Terkait Audit Karbon

Audit karbon memiliki peran krusial dalam memastikan transparansi dan akurasi pelaporan emisi karbon perusahaan. Namun, metode audit tradisional (audit manual berbasis dokumen dan inspeksi, tanpa dukungan otomatisasi atau pemantauan *real-time*) masih menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam pengumpulan data, verifikasi, dan validasi emisi. Salah satu keterbatasan utama dari metode tradisional adalah ketergantungan pada sistem pelaporan manual, yang sangat rentan terhadap kesalahan manusia dan manipulasi data. Ketergantungan ini menyebabkan data yang dilaporkan sering kali tidak mencerminkan kondisi aktual emisi karbon secara *real-time* sehingga menghambat pengambilan keputusan yang cepat dan berbasis bukti. Pelaporan yang tidak akurat juga dapat merusak kepercayaan pemangku kepentingan serta mengurangi efektivitas strategi keberlanjutan perusahaan.

Selain tantangan transparansi, audit karbon konvensional juga menghadapi kendala dalam skalabilitas dan efisiensi. Perusahaan yang memiliki rantai pasok kompleks sering kali mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan data emisi dari berbagai sumber eksternal. Hal ini terutama terjadi dalam pelaporan emisi kategori Scope 3, yang mencakup jejak karbon dari pemasok, transportasi, serta penggunaan produk oleh konsumen. Keterbatasan dalam pelaporan Scope 3 membuat banyak perusahaan kesulitan dalam menyediakan data yang akurat dan dapat diverifikasi. Selain itu, standar pelaporan yang berbeda di berbagai negara semakin memperumit proses audit karena setiap yurisdiksi memiliki persyaratan yang tidak selalu selaras satu sama lain.

Untuk mengatasi keterbatasan dalam audit karbon konvensional, teknologi *blockchain* dan *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi inovatif yang dapat meningkatkan transparansi, akurasi, dan efisiensi pelaporan karbon. *Blockchain* memungkinkan pencatatan data yang aman, transparan, dan tidak dapat diubah sehingga memastikan bahwa laporan karbon tidak dapat dimanipulasi. Teknologi ini berfungsi sebagai buku besar digital terdesentralisasi yang memungkinkan pemangku kepentingan eksternal untuk melakukan verifikasi data emisi secara independen. Selain itu, penerapan *smart contracts* dalam *blockchain* memungkinkan proses audit dilakukan secara otomatis berdasarkan aturan yang telah ditentukan. Ketika suatu perusahaan melaporkan emisi karbon yang melebihi batas yang ditetapkan, sistem dapat secara otomatis mengaktifkan peringatan atau bahkan memproses penalti sesuai dengan regulasi yang berlaku.

Di sisi lain, IoT memberikan kemampuan untuk mengumpulkan data emisi secara *real-time* melalui sensor yang terhubung dengan berbagai titik operasional, seperti mesin produksi, kendaraan pengangkut, dan fasilitas industri. Sensor ini memungkinkan pemantauan emisi secara langsung dan mengirimkan data ke sistem terpusat atau langsung ke *blockchain* untuk dicatat. Dengan integrasi antara IoT sebagai sumber data dan *blockchain* sebagai sistem pencatatan yang aman, audit karbon dapat dilakukan lebih transparan dan efisien. Data yang dihasilkan bersifat akurat dan dapat diakses kapan saja oleh pemangku kepentingan, tanpa harus menunggu laporan berkala yang berpotensi mengalami keterlambatan atau ketidakakuratan.

Buku ini hadir untuk mengisi kesenjangan dalam praktik audit karbon saat ini sebagai referensi yang komprehensif mengenai penerapan teknologi dalam audit karbon. Dengan menguraikan konsep-konsep dasar tentang *blockchain* dan IoT, metodologi penerapan dalam audit karbon, serta studi kasus dan rekomendasi kebijakan yang relevan, termasuk kaitannya dengan kewajiban pelaporan ke Sistem Registri Nasional (SRN), buku ini bertujuan memberikan pemahaman yang komprehensif bagi berbagai pemangku

kepentingan. Bagi akademisi, buku ini dapat menjadi landasan dalam penelitian tentang bagaimana teknologi bisa digunakan untuk meningkatkan transparansi dan akurasi audit karbon. Selain itu, buku ini juga dapat berkontribusi dalam pengembangan teori audit berbasis teknologi digital, yang melengkapi kerangka *Measurement, Reporting, and Verification* (MRV) yang selama ini digunakan, serta semakin dibutuhkan dalam era keberlanjutan global.

Bagi praktisi dan auditor karbon, buku ini menyediakan referensi tentang bagaimana teknologi dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dalam audit dan pelaporan karbon. Dengan memahami bagaimana *blockchain* dan IoT dapat diterapkan, perusahaan dapat mengurangi risiko kesalahan dan manipulasi data yang sering terjadi dalam pelaporan manual. Selain itu, buku ini juga dapat menjadi rujukan praktis bagi auditor dalam mengevaluasi keandalan laporan karbon berdasarkan teknologi terbaru sehingga dapat meningkatkan kredibilitas hasil audit.

Bagi regulator dan pembuat kebijakan, buku ini dapat menjadi referensi dalam merancang kebijakan yang lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi. Dengan memahami bagaimana teknologi dapat meningkatkan kualitas dan keandalan data emisi, regulator dapat mempertimbangkan penerapan standar baru yang mendorong penggunaan teknologi dalam audit karbon. Regulasi yang lebih berbasis teknologi akan membantu mengatasi tantangan transparansi yang sering kali muncul dalam pelaporan emisi perusahaan serta meningkatkan akuntabilitas sektor industri terhadap dampak lingkungan yang dihasilkan.

Bagi pemerintah dan pemangku kepentingan lainnya, buku ini menawarkan wawasan tentang bagaimana kebijakan keberlanjutan dapat lebih efektif dengan memanfaatkan teknologi. Pemerintah dapat menggunakan buku ini sebagai dasar dalam merancang regulasi yang tidak hanya mengharuskan perusahaan untuk melaporkan emisi mereka secara transparan, tetapi juga mendorong perusahaan untuk mengadopsi teknologi guna meningkatkan akurasi dan efisiensi pelaporan. Dengan adanya kebijakan yang mendukung

pemanfaatan *blockchain* dan IoT, perusahaan akan lebih terdorong untuk meningkatkan kepatuhan terhadap regulasi keberlanjutan, tetapi juga memperoleh keunggulan dibandingkan pendekatan audit karbon tradisional berbasis MRV. *Blockchain* memberikan jaminan transparansi dan catatan data yang tidak dapat diubah, sedangkan IoT memungkinkan pemantauan emisi secara *real-time*. Keunggulan ini memperkuat akurasi, mengurangi risiko manipulasi, serta mempercepat proses verifikasi sehingga lebih efektif dalam mendukung pencapaian target nasional pengurangan emisi karbon.

Transformasi audit karbon menuju era digital menjadi semakin penting di tengah meningkatnya tuntutan akan transparansi dan akuntabilitas dalam pelaporan emisi karbon. Digitalisasi dalam audit karbon tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga mempercepat transisi menuju keberlanjutan yang lebih konkret dan dapat diukur. Dengan pendekatan berbasis teknologi, perusahaan dapat lebih proaktif dalam mengelola dampak lingkungannya, serta memberikan akses data yang lebih terbuka bagi regulator, investor, dan masyarakat luas.

Buku ini diharapkan dapat menjadi katalis dalam mempercepat adopsi teknologi digital dalam audit karbon. Dengan menciptakan sistem pelaporan yang lebih andal dan kredibel, buku ini membantu berbagai pemangku kepentingan dalam mewujudkan tujuan keberlanjutan global. Meningkatkan akuntabilitas perusahaan dalam pelaporan karbon akan menciptakan sistem yang lebih transparan dan terpercaya, yang pada akhirnya berkontribusi pada upaya kolektif dalam mengurangi dampak perubahan iklim dan menjaga keseimbangan ekosistem global.

Buku ini disusun secara sistematis dalam beberapa bab untuk memberikan gambaran lebih jelas kepada pembaca mengenai alur bahasan. Bab I menguraikan latar belakang pentingnya audit karbon dalam merespons krisis iklim global, tantangan dalam pelaporan emisi, serta urgensi harmonisasi standar dan pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan transparansi dan akuntabilitas. Bab II membahas evolusi kerangka kerja ESG secara global, peran standar pelaporan

seperti GRI, SASB, TCFD, hingga IFRS S1 dan S2, serta pentingnya pelaporan yang konsisten dan dapat dibandingkan lintas yurisdiksi.

Bab III menjelaskan pendekatan audit karbon secara konseptual dan teknis, termasuk kombinasi antara audit internal dan eksternal, serta prinsip-prinsip seperti materialitas, transparansi, dan integritas dalam proses audit. Bab IV mengkaji manfaat ekonomi dari audit karbon, seperti efisiensi biaya, pengurangan risiko regulasi, dan insentif pasar, serta dampaknya terhadap legitimasi sosial dan partisipasi publik.

Bab V menganalisis hambatan utama dalam proses verifikasi, seperti kompleksitas pelaporan Scope 3, ketimpangan kapasitas antar negara, dan risiko *greenwashing*, sekaligus menyoroti peluang untuk perbaikan sistem verifikasi melalui regulasi dan kolaborasi lintas sektor. Bab VI mengeksplorasi inovasi digital seperti *blockchain*, *Internet of Things* (IoT), dan *smart contracts* dalam meningkatkan kecepatan, akurasi, dan integritas data pelaporan karbon di era digital.

Bab VII menguraikan bagaimana audit karbon yang kredibel dapat membangun kepercayaan pemangku kepentingan, meminimalkan risiko reputasi, dan memperkuat posisi perusahaan di mata pasar modal dan publik. Bab VIII ini membahas pentingnya pelaksanaan audit karbon oleh institusi pemeriksa negara (SAI), peran INTOSAI dan BPK, serta integrasi prinsip keberlanjutan dalam audit kinerja dan kebijakan publik.

Bab IX merangkum temuan utama buku ini dan memberikan rekomendasi strategis bagi perusahaan, regulator, auditor, dan pemerintah dalam memperkuat akuntabilitas pelaporan karbon serta mendorong transformasi keberlanjutan yang nyata dan terukur.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAB II

KERANGKA REGULASI DAN STANDARDISASI PELAPORAN KARBON

A. Munculnya ESG: Awal dari Segalanya

Perkembangan standar *environmental, social, and governance* (ESG) dalam dunia bisnis dan investasi global mencerminkan peningkatan kepedulian terhadap dampak lingkungan dan sosial dari aktivitas ekonomi. Dimulai pada tahun 1960-an hingga 1970-an, konsep investasi bertanggung jawab sosial atau *socially responsible investing* (SRI) pertama kali diperkenalkan sebagai pendekatan bagi para investor untuk mempertimbangkan faktor sosial dan lingkungan selain kinerja keuangan dalam keputusan investasi mereka (Townsend, 2020. Langkah awal ini memperlihatkan kesadaran bahwa aktivitas ekonomi yang bertanggung jawab bukan hanya mengenai laba, melainkan juga dampak terhadap masyarakat dan lingkungan. Kemudian, pada tahun 1980-an, konsep *corporate social responsibility* (CSR) mulai mendapatkan perhatian, di mana perusahaan mulai menyoroti

Buku ini tidak diperjualbelikan.

transparansi dalam operasional mereka, terutama terkait dampak sosial dan lingkungan. CSR menjadi landasan bagi banyak perusahaan untuk menunjukkan komitmen mereka dalam berkontribusi positif bagi masyarakat dan lingkungan (Caroll, 1999; Townsend, 2020).

Memasuki akhir tahun 1990-an, kebutuhan akan standar pelaporan yang terstruktur dan dapat dipercaya untuk aspek-aspek ESG semakin mendesak. Tahun 1997 menjadi tahun penting dengan terbentuknya Global Reporting Initiative (GRI), yang menyediakan kerangka kerja komprehensif bagi perusahaan untuk mengungkapkan dampak dan aktivitas ESG mereka. GRI menjadi acuan utama dalam pelaporan keberlanjutan yang memungkinkan perusahaan untuk menyajikan data ESG secara lebih konsisten dan transparan kepada pemangku kepentingan. Pada awal 2000, Carbon Disclosure Project (CDP) didirikan untuk memberikan fokus khusus pada emisi gas rumah kaca. Dengan inisiatif ini, perusahaan diharapkan mulai menghitung dan melaporkan jejak karbon mereka, yang merupakan salah satu faktor signifikan dalam perubahan iklim. Langkah-langkah ini menunjukkan bahwa ESG bukan hanya tren sesaat, tetapi kebutuhan jangka panjang untuk mewujudkan keberlanjutan global (Hahn & Kühnen, 2013; Global Reporting Initiative, 2023).

Kemajuan besar lainnya di awal tahun 2000 ditandai dengan diperkenalkannya Dow Jones Sustainability Indices (DJSI) oleh S&P Global. DJSI memberikan alat kepada investor untuk melacak kinerja finansial dari perusahaan yang berkomitmen pada keberlanjutan. Dengan demikian, perusahaan yang memiliki fokus kuat pada aspek ESG mulai dianggap lebih menarik bagi investor yang mencari stabilitas dan dampak positif jangka panjang. Kemudian, pada tahun 2010, dibentuklah International Integrated Reporting Council (IIRC), yang mengusulkan kerangka pelaporan terintegrasi yang menggabungkan informasi keuangan dan non-keuangan. Kerangka ini memberikan panduan bagi perusahaan untuk melaporkan dampak ESG secara komprehensif dalam konteks kinerja keseluruhan perusahaan. Pada tahun yang sama, muncul juga Climate Bonds Initiative (CBI), yang mendukung investasi ramah lingkungan melalui obligasi hijau yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ditujukan untuk proyek-proyek keberlanjutan lingkungan (Flower, 2015; S&P Dow Jones Indices, 2019).

Pada dekade berikutnya, terutama pada tahun 2011, Sustainability Accounting Standards Board (SASB) didirikan dengan fokus pada faktor-faktor ESG yang relevan secara finansial. SASB menyediakan standar bagi perusahaan untuk melaporkan faktor-faktor ESG yang memiliki keterkaitan langsung dengan kinerja finansial mereka, memungkinkan para investor untuk memahami dampak ESG terhadap prospek finansial perusahaan. Pada akhir 2013, IIRC meluncurkan Integrated Reporting Framework, yang memberikan panduan lebih lanjut tentang bagaimana perusahaan dapat mengintegrasikan aspek keuangan dan non-keuangan dalam laporan mereka. Pada saat yang sama, kesadaran tentang dampak ESG semakin meningkat dengan diperkenalkannya Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals atau SDGs) oleh PBB pada tahun 2015. SDGs menyediakan kerangka kerja global yang berfungsi sebagai pedoman bagi perusahaan dan pemerintah untuk mengatasi tantangan keberlanjutan, seperti kemiskinan, ketidaksetaraan, dan perubahan iklim (IIRC, 2013; Khan et al, 2016).

Selain itu, pada 2015, dibentuklah Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD), yang bertujuan merekomendasikan perusahaan dalam melaporkan risiko dan peluang terkait perubahan iklim. Dengan panduan ini, investor dapat lebih memahami bagaimana perubahan iklim dapat memengaruhi stabilitas finansial perusahaan di masa depan. Empat tahun berikutnya, Uni Eropa mengadopsi Sustainable Finance Disclosure Regulation (SFDR), yang dirancang untuk meningkatkan transparansi dan mengurangi risiko "*greenwashing*" atau klaim keberlanjutan yang menyesatkan dalam investasi berkelanjutan. SFDR mengatur agar perusahaan lebih jujur dan terbuka tentang bagaimana mereka mencapai tujuan keberlanjutan, menciptakan kepercayaan bagi investor dan masyarakat (Financial Stability Board, 2015; European Parliament and of the Council, 2019).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Seiring berkembangnya kebutuhan regulasi, tahun 2021 menandai pencapaian penting dengan diperkenalkannya EU Taxonomy for Sustainable Activities oleh Uni Eropa. Taksonomi ini memberikan kriteria yang jelas mengenai aktivitas ekonomi yang dapat dikategorikan sebagai ramah lingkungan, membantu perusahaan dan investor menentukan aktivitas mana yang benar-benar berkontribusi pada keberlanjutan. Pada akhir tahun 2022, Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) diadopsi oleh Uni Eropa untuk mewajibkan perusahaan besar melaporkan informasi keberlanjutan mereka secara lebih detail. CSRD memperluas cakupan pelaporan keberlanjutan di Eropa dan mendorong perusahaan untuk lebih serius dalam mengelola dampak ESG. Hal ini menandakan pergeseran menuju tata kelola yang semakin menekankan keberlanjutan (European Parliament and of the Council, 2022).

Perkembangan ESG juga tampak di tingkat internasional, di mana pada tahun 2024, Komisi Sekuritas dan Bursa AS (Securities and Exchange Commission atau SEC) mulai mempertimbangkan proposal untuk persyaratan pelaporan ESG wajib bagi perusahaan publik. Ini mencerminkan bahwa semakin banyak negara yang melihat pentingnya keterbukaan informasi terkait keberlanjutan. Selain itu, negara-negara seperti Tiongkok dan Brasil mulai merumuskan persyaratan pengungkapan ESG mereka sendiri, menunjukkan bahwa ESG kini telah menjadi prioritas utama dalam tata kelola korporasi di berbagai belahan dunia. Melalui berbagai inisiatif dan kebijakan ini, ESG telah berevolusi dari sekadar isu marginal menjadi aspek utama yang mempengaruhi kebijakan korporasi dan keputusan investasi secara global.

B. Kewajiban Pelaporan Karbon dari IFRS

Evolusi ESG dalam beberapa dekade terakhir menunjukkan pergeseran paradigma dalam dunia bisnis dan investasi. Dari upaya awal untuk meningkatkan kepedulian terhadap faktor sosial dan lingkungan, ESG kini menjadi pusat perhatian yang didukung oleh standar global dan kebijakan regulasi yang ketat. Hal ini mencerminkan peningkatan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

komitmen terhadap transparansi dan akuntabilitas, baik di kalangan korporasi maupun pemerintah, dalam upaya mewujudkan ekonomi global yang lebih berkelanjutan. ESG bukan hanya tentang manajemen risiko, tetapi juga tentang menciptakan nilai jangka panjang bagi masyarakat dan lingkungan.

Kondisi tersebut membuat adanya pengenalan IFRS S1 dan S2 pada tahun 2023 menandai tonggak penting dalam upaya global untuk menyusun kerangka kerja yang komprehensif dan terstandardisasi bagi perusahaan dalam pelaporan keberlanjutan. Dikeluarkan oleh International Sustainability Standards Board (ISSB) yang dibentuk pada 2021, kedua standar ini menjadi landasan bagi perusahaan untuk mengungkapkan informasi terkait keberlanjutan secara lebih mendalam, terutama dalam hal risiko dan dampak lingkungan, sosial, serta tata kelola yang dapat memengaruhi kinerja perusahaan. Inisiatif ini bukan hanya sebatas penambahan dokumen baru dalam pelaporan perusahaan, tetapi sebuah langkah besar menuju harmonisasi standar keberlanjutan global yang sebelumnya terfragmentasi. Dalam konteks yang lebih luas, IFRS S1 dan S2 juga mencerminkan respons terhadap meningkatnya kebutuhan pasar akan transparansi, konsistensi, dan keterandalan data keberlanjutan, yakni data kuantitatif terkait emisi, energi, atau sumber daya, yang kemudian diolah menjadi informasi keberlanjutan dalam laporan perusahaan (International Sustainability Standards Board, 2023a; 2023b).

IFRS S1 dirancang untuk menjadi kerangka dasar dalam pengungkapan informasi keberlanjutan secara umum bagi perusahaan. Standar ini menetapkan persyaratan bagi perusahaan untuk mengungkapkan informasi keberlanjutan yang dianggap material atau signifikan bagi operasi mereka. Standar ini dirancang agar dapat diterapkan di berbagai sektor dan jenis perusahaan sehingga setiap perusahaan dapat melaporkan data keberlanjutan yang relevan dan spesifik terhadap konteks operasionalnya. IFRS S1 mendorong perusahaan untuk menyediakan informasi yang mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai risiko keberlanjutan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

yang dapat mempengaruhi strategi dan kinerja perusahaan, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

Standar ini juga memastikan bahwa pengungkapan tersebut konsisten dan dapat diperbandingkan di berbagai sektor industri dan yurisdiksi. Hal ini penting untuk menciptakan keselarasan dalam pelaporan keberlanjutan secara global, yang pada akhirnya dapat membantu investor dalam membuat keputusan yang lebih baik terkait risiko dan peluang yang ditawarkan oleh perusahaan. Selain itu, IFRS S1 menekankan bahwa informasi yang diungkapkan harus relevan dan mencerminkan kondisi sebenarnya dari perusahaan, bukan sekadar formalitas untuk memenuhi tuntutan regulasi. Melalui pendekatan ini, IFRS S1 memberikan dasar yang kokoh bagi pelaporan keberlanjutan yang dapat dipercaya dan diandalkan oleh pemangku kepentingan (International Sustainability Standards Board, 2023a).

Sebagai pelengkap IFRS S1, IFRS S2 berfokus secara khusus pada pengungkapan risiko terkait iklim, terutama emisi karbon yang dihasilkan oleh aktivitas perusahaan. Standar ini memberikan panduan bagi perusahaan dalam mengidentifikasi, mengukur, dan melaporkan risiko-risiko iklim yang dapat memengaruhi stabilitas finansial mereka. IFRS S2 didasarkan pada rekomendasi dari Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD), yang selama bertahun-tahun telah menjadi acuan utama dalam pelaporan risiko iklim. Dengan adanya IFRS S2, perusahaan diharapkan untuk mengungkapkan komitmen dan strategi mereka dalam mengurangi emisi karbon, termasuk rencana aksi mitigasi iklim yang dapat membantu dalam transisi menuju ekonomi rendah karbon.

Dalam IFRS S2, perusahaan juga diminta untuk melaporkan bagaimana risiko iklim, seperti perubahan regulasi iklim dan fluktuasi suhu global, dapat memengaruhi operasi dan rantai pasokan mereka, misalnya perusahaan yang bergerak di sektor energi atau manufaktur akan memiliki risiko iklim yang lebih tinggi dibandingkan dengan sektor jasa, dan IFRS S2 memungkinkan mereka untuk mengkomunikasikan risiko-risiko tersebut kepada investor secara

Buku ini tidak diperjualbelikan.

transparan. Dengan demikian, IFRS S2 tidak hanya meningkatkan transparansi dalam pelaporan keberlanjutan, tetapi juga memfasilitasi perusahaan dalam mengelola risiko iklim mereka secara lebih strategis (International Sustainability Standards Board, 2023b).

IFRS S1 dan S2 merupakan bagian dari upaya ISSB untuk menyatukan berbagai standar keberlanjutan yang telah ada sebelumnya. Dalam prosesnya, IFRS mengonsolidasikan Climate Disclosure Standards Board (CDSB) dan Value Reporting Foundation, yang mencakup Sustainability Accounting Standards Board (SASB). Langkah ini dilakukan untuk mengurangi kerumitan dalam pelaporan keberlanjutan yang sering kali dihadapkan pada berbagai standar yang berbeda sehingga menciptakan beban bagi perusahaan yang harus mematuhi regulasi di berbagai yurisdiksi. Melalui konsolidasi ini, IFRS S1 dan S2 menyediakan satu kerangka kerja yang lebih terpadu sehingga perusahaan dapat melaporkan data keberlanjutan secara lebih efisien.

Selain itu, IFRS S1 dan S2 dirancang untuk melengkapi standar pelaporan keberlanjutan lainnya, seperti Global Reporting Initiative (GRI) dan Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) yang berlaku di Uni Eropa. GRI telah lama dikenal sebagai pioner dalam pelaporan keberlanjutan dan sering digunakan oleh perusahaan yang ingin melaporkan dampak sosial dan lingkungan mereka secara rinci. Sementara itu, CSRD memperkenalkan standar baru bagi perusahaan yang berbasis di Uni Eropa untuk melaporkan informasi keberlanjutan mereka. Dengan adanya IFRS S1 dan S2, perusahaan memiliki panduan yang lebih lengkap dan terstruktur, yang dapat digunakan bersamaan dengan GRI dan CSRD untuk meningkatkan kualitas pelaporan keberlanjutan mereka.

Penerapan IFRS S1 dan S2 diharapkan akan membawa dampak signifikan bagi perusahaan dan investor. Bagi perusahaan, kedua standar ini memberikan landasan yang kuat untuk melaporkan informasi keberlanjutan mereka secara lebih akurat dan transparan. Dengan menggunakan IFRS S1 dan S2, perusahaan dapat mengomunikasikan bagaimana mereka mengelola risiko keberlanjutan,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

termasuk strategi yang mereka terapkan untuk memitigasi dampak iklim. Hal ini akan membantu perusahaan dalam menghindari risiko reputasi terkait greenwashing, di mana perusahaan mungkin saja mengklaim keberlanjutan tanpa ada tindakan nyata. Standar ini mengharuskan perusahaan untuk menyusun laporan yang dapat dipertanggungjawabkan dan mencerminkan kondisi operasional mereka.

Di sisi lain, bagi investor, IFRS S1 dan S2 memberikan informasi yang lebih kaya dan komprehensif terkait keberlanjutan perusahaan. Investor kini memiliki alat yang lebih andal untuk mengevaluasi risiko dan peluang yang ditawarkan oleh perusahaan, terutama dalam menghadapi tantangan perubahan iklim. Dengan informasi keberlanjutan yang lebih terstruktur dan terpercaya, investor dapat membuat keputusan yang lebih baik dalam mendukung perusahaan yang berkomitmen pada keberlanjutan. Selain itu, standar ini juga mendorong adanya transparansi dalam praktik keberlanjutan sehingga mengurangi risiko bagi investor terhadap dampak negatif dari isu-isu lingkungan dan sosial.

Meskipun IFRS S1 dan S2 menawarkan berbagai keuntungan dalam pelaporan keberlanjutan, implementasinya juga menghadirkan tantangan bagi perusahaan. Salah satu tantangan utama adalah kesiapan perusahaan, terutama perusahaan kecil dan menengah, dalam mematuhi standar pelaporan keberlanjutan yang komprehensif ini. Proses pengumpulan data, pengukuran risiko, dan penyusunan laporan keberlanjutan memerlukan sumber daya yang memadai serta keahlian yang tepat. Perusahaan mungkin perlu berinvestasi dalam teknologi dan pelatihan untuk memastikan bahwa mereka dapat memenuhi persyaratan IFRS S1 dan S2 dengan baik.

Prospek ke depan menunjukkan bahwa IFRS S1 dan S2 akan menjadi standar utama dalam pelaporan keberlanjutan global, terutama karena semakin banyak negara yang mendorong adopsi standar ini. Dengan adanya dukungan dari organisasi internasional seperti International Organization of Securities Commissions (IOSCO), yang telah memberikan dukungan untuk IFRS S1 dan S2,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

standar ini diharapkan akan diadopsi secara luas dan memberikan dampak positif dalam menciptakan transparansi keberlanjutan di tingkat global. Bagi perusahaan, ini bukan hanya tentang memenuhi regulasi, melainkan juga tentang mengambil langkah proaktif untuk menghadapi tantangan lingkungan dan sosial yang semakin kompleks.

Secara keseluruhan, IFRS S1 dan S2 menciptakan fondasi yang kokoh bagi transformasi bisnis menuju keberlanjutan. Dalam konteks ekonomi global yang semakin bergantung pada informasi yang akurat dan dapat diandalkan, kedua standar ini menjadi komponen penting dalam tata kelola perusahaan yang bertanggung jawab. Implementasi IFRS S1 dan S2 memungkinkan perusahaan untuk menunjukkan komitmen mereka terhadap keberlanjutan, serta memberikan kepercayaan kepada investor bahwa mereka dapat mendukung perusahaan yang benar-benar bertanggung jawab secara lingkungan dan sosial.

Pengenalan IFRS S1 dan S2 menandai langkah revolusioner dalam upaya global untuk menyelamatkan bumi dari ancaman emisi karbon yang berlebihan. Kedua standar ini berfungsi sebagai panduan komprehensif bagi perusahaan di seluruh dunia untuk mengidentifikasi, mengukur, dan mengungkapkan emisi karbon mereka secara transparan dan konsisten. Dengan demikian, IFRS S1 dan S2 tidak hanya mendorong perusahaan untuk bertanggung jawab atas jejak karbon mereka, tetapi juga memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih bijak oleh investor dan pemangku kepentingan lainnya dalam mendukung praktik bisnis yang berkelanjutan.

IFRS S2, yang berfokus pada pengungkapan risiko iklim, menekankan pentingnya perusahaan dalam mengelola dan mengurangi emisi karbon mereka. Standar ini mendorong perusahaan untuk mengadopsi strategi mitigasi iklim yang efektif, seperti beralih ke sumber energi terbarukan dan meningkatkan efisiensi energi dalam operasi mereka. Dengan demikian, IFRS S2 berperan sebagai katalisator bagi transformasi industri menuju praktik yang lebih ramah lingkungan, yang pada akhirnya berkontribusi signifikan dalam upaya global untuk menahan laju perubahan iklim.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Selain itu, IFRS S1 dan S2 memberikan kerangka kerja yang memungkinkan perusahaan untuk secara proaktif mengidentifikasi dan mengelola risiko terkait karbon. Dengan mengintegrasikan pertimbangan iklim ke dalam strategi bisnis mereka, perusahaan dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan sekaligus meningkatkan daya saing mereka di pasar yang semakin sadar akan isu keberlanjutan. Oleh karena itu, penerapan IFRS S1 dan S2 tidak hanya bermanfaat bagi perusahaan secara individual, tetapi juga bagi planet ini secara keseluruhan, dengan mendorong praktik bisnis yang lebih bertanggung jawab dan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, IFRS S1 dan S2 berfungsi sebagai penyelamat bumi dari ancaman emisi karbon yang tidak terkendali. Dengan menetapkan standar yang jelas dan dapat diandalkan untuk pengungkapan karbon, kedua standar ini mendorong perusahaan di seluruh dunia untuk mengambil tindakan nyata dalam mengurangi jejak karbon mereka. Melalui transparansi dan akuntabilitas yang ditingkatkan, IFRS S1 dan S2 membantu menciptakan ekonomi global yang lebih berkelanjutan dan tangguh, yang pada akhirnya berkontribusi pada pelestarian planet kita untuk generasi mendatang.

Saat ini, isu pengungkapan dan pelaporan atas sustainability terkoneksi. Lanskap ESG terdiri dari berbagai komponen seperti kerangka kerja, standar pelaporan, serta indeks, peringkat, dan penilaian yang membentuk ekosistem keberlanjutan bagi perusahaan. Pemahaman mengenai komponen-komponen ini menjadi esensial bagi perusahaan yang berkomitmen pada praktik keberlanjutan, khususnya dalam pengungkapan karbon. Kerangka kerja ini menyediakan pedoman bagi perusahaan untuk merencanakan, melaporkan, dan meningkatkan kinerja ESG mereka, menciptakan transparansi dan akuntabilitas yang diperlukan di tengah meningkatnya ekspektasi pasar terkait dengan isu keberlanjutan.

Kerangka kerja ESG, seperti Principles for Responsible Investment (PRI), Equator Principles, dan standar ISO, berfungsi sebagai pedoman utama yang membantu perusahaan memahami prinsip-prinsip dasar keberlanjutan. Kerangka kerja ini, misalnya, mencakup ISO 14001

Buku ini tidak diperjualbelikan.

untuk manajemen lingkungan dan ISO 26000 untuk tanggung jawab sosial, yang mendorong perusahaan untuk menyeimbangkan aspek ekonomi dengan komitmen sosial dan lingkungan. Pedoman ini memungkinkan perusahaan untuk merancang praktik operasional yang selaras dengan prinsip-prinsip keberlanjutan. Selain itu, protokol gas rumah kaca atau Greenhouse Gas Protocol memberikan panduan metodologis bagi perusahaan untuk menghitung dan mengukur emisi karbon sehingga perusahaan dapat lebih akurat melacak dan mengelola jejak karbon mereka. Dengan berpedoman pada kerangka kerja ini, perusahaan dapat membangun fondasi yang kuat untuk pelaporan karbon yang akurat, yang menjadi elemen penting dalam upaya mitigasi perubahan iklim.

Di sisi lain, standar pelaporan ESG, seperti Global Reporting Initiative (GRI) dan Sustainability Accounting Standards Board (SASB), memberikan pedoman yang lebih mendalam mengenai jenis data yang harus dilaporkan oleh perusahaan, termasuk data emisi karbon. GRI, misalnya, menetapkan standar yang mencakup pengukuran dan pengungkapan dampak lingkungan yang dihasilkan oleh aktivitas perusahaan, termasuk gas rumah kaca. Standar ini memungkinkan perusahaan untuk menyajikan data lingkungan secara lebih komprehensif sehingga pemangku kepentingan dapat mengevaluasi kinerja keberlanjutan mereka secara objektif. Standar seperti IFRS yang dikeluarkan oleh International Sustainability Standards Board (ISSB), melalui IFRS S1 dan S2, juga telah mengonsolidasikan pendekatan keberlanjutan agar pelaporan lebih seragam, khususnya dalam melaporkan risiko dan peluang terkait iklim. Standar ini memainkan peran penting dalam membangun transparansi dan kepercayaan di kalangan investor yang mengutamakan praktik bisnis berkelanjutan, di mana data terkait karbon menjadi bagian integral dari laporan keberlanjutan yang akurat dan dapat diperbandingkan.

Selain kerangka kerja dan standar pelaporan, indeks, peringkat, dan penilaian ESG yang dilakukan oleh entitas seperti ISS ESG, MSCI, Bloomberg, dan S&P Global turut berperan penting dalam menilai dan membandingkan kinerja ESG perusahaan. Penilaian

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ESG memberikan indikator bagi investor mengenai perusahaan mana yang memiliki praktik keberlanjutan yang baik, khususnya dalam hal pengelolaan karbon dan risiko lingkungan, misalnya Dow Jones Sustainability Index (DJSI) mengevaluasi upaya perusahaan dalam mengelola emisi karbon serta faktor-faktor keberlanjutan lainnya. Perusahaan dengan kinerja ESG yang tinggi cenderung mendapatkan akses yang lebih baik ke pasar modal dan lebih disukai oleh investor yang mengutamakan keberlanjutan. Hal ini menciptakan insentif bagi perusahaan untuk tidak hanya mematuhi kerangka kerja dan standar pelaporan, tetapi juga terus berupaya meningkatkan strategi keberlanjutan mereka, khususnya dalam hal pengurangan karbon.

Keterkaitan antara kerangka kerja, standar pelaporan, dan peringkat ESG memungkinkan perusahaan untuk memberikan informasi yang transparan dan akuntabel mengenai emisi karbon mereka. Kerangka kerja memberikan prinsip-prinsip dasar keberlanjutan, standar pelaporan menentukan data spesifik yang harus dilaporkan, dan penilaian ESG menilai kinerja perusahaan dalam menerapkan praktik tersebut, misalnya perusahaan yang mengikuti protokol gas rumah kaca dapat menggunakan standar GRI untuk mengukur dan melaporkan jejak karbonnya dengan lebih akurat. Data ini kemudian dapat dinilai oleh indeks ESG yang memberikan peringkat terhadap kinerja karbon mereka. Dengan sistem yang saling berhubungan ini, pengungkapan karbon menjadi semakin konsisten dan dapat diandalkan, yang pada akhirnya membantu mendorong peralihan menuju ekonomi rendah karbon. Selain itu, pengungkapan karbon yang terstandarisasi memungkinkan perbandingan kinerja antara perusahaan di berbagai sektor dan wilayah sehingga menciptakan persaingan positif menuju praktik yang lebih berkelanjutan.

Dalam konteks pengungkapan karbon, kerangka kerja dan standar ESG tidak hanya menjadi alat untuk transparansi, tetapi juga berfungsi sebagai panduan strategis bagi perusahaan dalam mengelola risiko iklim. Semakin banyak regulator dan pemerintah yang mewajibkan perusahaan untuk mengungkapkan emisi karbon

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dan risiko terkait iklim, seperti yang diterapkan Uni Eropa melalui CSRD. Standar pelaporan seperti TCFD mengharuskan perusahaan untuk melaporkan data karbon secara rinci, termasuk potensi dampak perubahan iklim terhadap operasional mereka. Dengan melaksanakan standar ini, perusahaan menunjukkan kesiapan mereka dalam menghadapi risiko iklim yang semakin kompleks dan mengukuhkan komitmen mereka terhadap keberlanjutan lingkungan, yang pada akhirnya meningkatkan kepercayaan investor dan mengurangi risiko reputasi.

C. Audit Karbon-Kombinasi Internal dan Eksternal

Untuk mencapai pengungkapan karbon yang lebih akurat dan dapat diandalkan, praktik audit karbon menjadi sangat penting. Audit karbon memberikan verifikasi independen terhadap data emisi yang dilaporkan oleh perusahaan, memastikan bahwa informasi tersebut akurat dan bebas dari misrepresentasi. Praktik audit ini juga membantu perusahaan mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki dalam strategi pengelolaan karbon mereka sehingga mereka dapat mengambil tindakan yang lebih efektif dalam mengurangi emisi. Dengan demikian, audit karbon tidak hanya memperkuat kredibilitas laporan keberlanjutan perusahaan, tetapi juga berkontribusi dalam membangun ekosistem bisnis yang lebih akuntabel dan bertanggung jawab terhadap lingkungan. Dengan meningkatnya tuntutan publik dan investor terhadap transparansi iklim, perusahaan yang mengadopsi audit karbon akan lebih siap menghadapi tantangan di masa depan dan berkontribusi nyata dalam upaya global mengurangi emisi karbon.

Audit internal memainkan peran penting dalam membimbing organisasi menuju pencapaian komitmen net-zero, khususnya dalam kerangka keberlanjutan dan pengelolaan karbon. Sebagai pengawas independen, audit internal memastikan bahwa tujuan net-zero yang ditetapkan organisasi bukan sekadar ambisi simbolis, melainkan benar-benar kredibel, dapat dicapai, dan sejalan dengan strategi jangka panjang organisasi. Ini menjadi penting dalam menghadapi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

risiko "*greenwashing*," di mana perusahaan mungkin mengklaim peduli lingkungan tanpa tindakan substantif yang mendukung klaim tersebut. Audit internal mengevaluasi keabsahan komitmen ini dengan meninjau upaya jangka pendek dan jangka panjang yang dilakukan organisasi untuk mencapai target emisi nol bersih karbon.

Untuk melakukan audit terhadap komitmen net-zero dan karbon secara efektif, auditor internal berfokus pada beberapa komponen mendasar yang sering kali berlandaskan kriteria *race to zero* dari PBB: *pledge* (janji), *plan* (rencana), *proceed* (pelaksanaan), dan *publish* (publikasi). Kriteria ini menyediakan pendekatan terstruktur yang mengharuskan organisasi untuk berkomitmen (*pledge*) pada target yang dapat diukur, menyusun strategi yang jelas (*plan*) untuk mencapainya, menerapkan tindakan (*proceed*) yang sejalan dengan rencana tersebut, dan secara transparan melaporkan (*publish*) kemajuan serta hasil yang dicapai. Peran audit internal adalah untuk menilai setiap tahap ini secara menyeluruh, memastikan bahwa organisasi tidak sekadar membuat komitmen publik tetapi benar-benar bekerja untuk mengurangi jejak karbonnya.

Tanggung jawab audit internal juga mencakup verifikasi data dan metrik yang digunakan untuk mengukur emisi karbon, karena ketidakakuratan atau inkonsistensi dalam data dapat merusak kredibilitas klaim lingkungan organisasi. Beberapa elemen kunci termasuk penilaian emisi dalam kategori Scope 1 (emisi langsung), Scope 2 (emisi tidak langsung dari pembelian listrik), dan Scope 3 (semua emisi tidak langsung lainnya, termasuk dari rantai pasokan). Mengingat bahwa emisi Scope 3 sering kali menjadi bagian terbesar dari jejak karbon perusahaan, audit internal harus memastikan bahwa emisi ini dilacak dan dilaporkan secara akurat. Dengan memvalidasi data ini, audit internal mendukung transparansi dalam pengungkapan karbon sehingga membantu organisasi menunjukkan kemajuan nyata menuju target keberlanjutannya.

Area penting lainnya bagi audit internal adalah penilaian kelayakan dan efektivitas strategi pengimbangan karbon, yang sering kali digunakan organisasi untuk mengompensasi emisi residual.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Metode pengimbangan, seperti kredit karbon atau proyek reforestasi, terkadang disalahgunakan untuk menciptakan kesan tanggung jawab lingkungan tanpa mengurangi emisi utama, isu yang sering kali dikritik sebagai *greenwashing*. Auditor internal menganalisis program pengimbangan ini untuk memastikan bahwa mereka benar-benar mengkompensasi emisi yang tidak dapat dikurangi melalui cara lain. Hal ini melibatkan verifikasi bahwa strategi pengimbangan digunakan sebagai langkah terakhir, bukan metode utama, untuk mencapai netralitas karbon. Selain itu, audit internal mendorong pelaporan terpisah mengenai pencapaian pengimbangan, yang meningkatkan transparansi dan mengurangi risiko reputasi terkait klaim keberlanjutan.

Audit internal juga mengevaluasi keselarasan antara tujuan net-zero organisasi dan strategi bisnisnya, menyadari bahwa ketidakcocokan antara keduanya dapat menghambat kemajuan keberlanjutan. Sebagai contoh, jika tujuan operasional organisasi bertentangan dengan komitmen net-zero, terdapat risiko kegagalan pencapaian target atau biaya signifikan untuk memperbaiki ketidaksesuaian tersebut. Auditor internal menilai bagaimana inisiatif keberlanjutan terintegrasi dengan tujuan bisnis yang lebih luas, memastikan bahwa jalur menuju *net-zero* realistis dan selaras dengan model bisnis. Dengan demikian, audit internal membantu organisasi dalam mengidentifikasi potensi konflik dan mendorong pendekatan yang lebih koheren dalam pencapaian komitmen keberlanjutannya.

Akhirnya, pelaporan kemajuan menuju net-zero menjadi krusial untuk transparansi, dan audit internal memainkan peran penting dalam meninjau kualitas laporan ini. Perusahaan sering menghadapi tantangan dalam mengomunikasikan upaya keberlanjutannya secara efektif karena mereka harus menyediakan detail yang cukup untuk memenuhi harapan pemangku kepentingan tanpa membuat laporan yang terlalu kompleks. Audit internal memeriksa kejelasan, akurasi, dan aksesibilitas laporan-laporan ini, memastikan bahwa laporan tersebut memberikan informasi yang bermakna tanpa menyembunyikan informasi penting. Proses ini memperkuat kepercayaan pemangku

Buku ini tidak diperjualbelikan.

kepentingan, meyakinkan investor, pelanggan, dan regulator bahwa perjalanan keberlanjutan organisasi tersebut sah dan terpantau dengan baik.

Dengan demikian, peran audit internal dalam mengaudit komitmen karbon dan net-zero sangat mendasar bagi pencapaian hasil yang berkelanjutan. Dengan bertindak sebagai verifikator dan penasihat, audit internal memperkuat integritas inisiatif keberlanjutan, memastikan bahwa organisasi bertanggung jawab atas janji mereka. Fungsi ini tidak hanya meningkatkan transparansi dan mengurangi risiko, tetapi juga mendorong organisasi untuk mencapai tanggung jawab lingkungan yang nyata, menjadikan audit internal sebagai kekuatan penting dalam perjalanan menuju dunia yang bebas karbon.

Selain audit internal, peran audit eksternal juga tidak dapat dipungkiri untuk menjamin kesuksesan pelaporan atas karbon. Dalam melaksanakan perannya dalam audit keberlanjutan, khususnya audit karbon, Supreme Audit Institutions (SAIs) berfungsi sebagai penjaga terakhir untuk memastikan bahwa negara-negara benar-benar menjalankan kebijakan yang bertanggung jawab terhadap lingkungan. Menurut INTOSAI GUID 5202 (2019), SAIs diamanatkan untuk mengintegrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan ke dalam proses audit mereka, yang meliputi perencanaan, implementasi, evaluasi, dan perbaikan berkelanjutan terhadap kebijakan lingkungan pemerintah. Kerangka kerja ini memungkinkan SAIs untuk menyelidiki dan memastikan bahwa kebijakan yang diterapkan pemerintah tidak hanya bersifat deklaratif, tetapi juga memiliki dampak nyata terhadap pengurangan emisi karbonkah penting yang ditekankan oleh INTOSAI GUID 5202 adalah perlunya SAIs untuk mengklarifikasi mandat mereka dalam audit keberlanjutan.

SAIs harus memiliki wewenang yang cukup untuk mengawasi kebijakan keberlanjutan yang mencakup ekonomi, efisiensi, dan efektivitas berbagai program terkait karbon. Langkah ini tidak hanya memastikan SAIs dapat menjalankan audit yang menyeluruh, tetapi juga memungkinkan mereka untuk mengidentifikasi potensi konflik kepentingan antara kebijakan lingkungan dan kepentingan ekonomi yang ada.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

SAIs juga memerlukan kapasitas internal untuk menjalankan audit keberlanjutan yang kompleks. GUID 5202 menyarankan agar SAIs mempertimbangkan pengembangan strategi yang mencakup perekrutan tenaga ahli, pelatihan berkelanjutan, serta penggunaan teknologi digital untuk menganalisis data emisi karbon secara komprehensif, misalnya SAIs dapat menggunakan analisis siklus hidup (*life-cycle analysis*) dan analisis biaya-manfaat berkelanjutan untuk mengevaluasi dampak kebijakan karbon secara menyeluruh, memastikan bahwa semua kebijakan dan program karbon diukur secara transparan dan dapat dipertanggungjawabkan.

Dalam proses audit karbon, SAIs berperan sebagai jembatan antara pemerintah dan masyarakat global. Audit yang dilakukan oleh SAIs tidak hanya mengukur keberhasilan dalam memenuhi target pengurangan emisi karbon, tetapi juga menyoroti aspek-aspek yang perlu diperbaiki agar negara lebih selaras dengan komitmen iklim internasional. Panduan dari INTOSAI menekankan bahwa transparansi dalam pelaporan ini dapat meningkatkan kepercayaan investor serta reputasi negara di mata komunitas internasional. Sehingga, peran SAIs dalam audit karbon secara tidak langsung berkontribusi pada terciptanya ekonomi global yang lebih ramah lingkungan dan bertanggung jawab.

Lebih jauh lagi, INTOSAI GUID 5202 meentingnya pembelajaran lintas negara dan berbagi pengalaman antar SAIs. Inisiatif regional dan internasional yang didorong oleh INTOSAI, seperti kelompok kerja pada audit lingkungan, memungkinkan SAIs di seluruh dunia untuk berbagi praktik terbaik dan belajar dari pendekatan yang digunakan di negara lain. Hal ini sangat penting dalam menghadapi tantangan metodologis dan teknis dalam audit karbon, yang sering kali memerlukan pendekatan khusus untuk memahami keseimbangan antara tujuan ekonomi, sosial, dan lingkungan .

Sebagai contoh, panduan INTOSAI juga menyarankan mengevaluasi sistem manajemen lingkungan yang diterapkan oleh pemerintah, seperti standar ISO 14001 atau skema EMAS Uni Eropa. Dengan melakukan audit terhadap sistem ini, SAIs dapat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

menilai efektivitas kebijakan pemerintah dalam mengintegrasikan aspek keberlanjutan ke dalam proses pengambilan keputusan. Selain itu, audit ini memungkinkan SAIs untuk mengidentifikasi apakah kebijakan-kebijakan tersebut benar-benar berkontribusi pada pengurangan emisi karbon secara signifikan atau hanya sekadar memenuhi formalitas.

Secara keseluruhan, panduan INTOSAI GUID 5202 memberikan yang kuat bagi SAIs untuk memainkan peran proaktif dalam audit karbon, memastikan bahwa kebijakan keberlanjutan yang diadopsi oleh negara-negara berjalan sesuai tujuan. SAIs, sebagai pengawas independen, memegang kunci penting untuk meningkatkan akuntabilitas dan transparansi pemerintah, mengingatkan mereka bahwa setiap kebijakan yang tidak efektif dalam menangani perubahan iklim merupakan ancaman bagi generasi mendatang. Dengan pendekatan yang komprehensif dan berbasis data, SAIs tidak hanya menjadi pelindung kepentingan publik, tetapi juga pejuang lingkungan yang memastikan bahwa upaya penanganan krisis iklim dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

D. Materialitas Audit Karbon

Materialitas merupakan konsep inti dalam pelaporan keberlanjutan, termasuk pelaporan karbon, yang menentukan aspek-aspek mana yang memiliki dampak signifikan dan perlu dilaporkan kepada pemangku kepentingan. Dalam konteks pelaporan karbon, materialitas mengacu pada seberapa relevan data emisi karbon dan dampak iklim suatu perusahaan terhadap kinerja finansial serta keberlanjutan organisasi. Standar materialitas yang digunakan dalam pelaporan karbon menentukan bagaimana informasi karbon disajikan, dan masing-masing standar memiliki fokus serta kriteria yang berbeda dalam menilai materialitas. Pemahaman mendalam mengenai berbagai standar ini memberikan landasan penting bagi perusahaan yang ingin meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam pelaporan karbon.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Global Reporting Initiative (GRI) adalah salah satu standar keberlanjutan yang paling banyak digunakan di dunia, yang mendorong penerapan konsep double materiality atau materialitas ganda dalam pelaporan karbon. Materialitas ganda ini mengacu pada dua perspektif utama: materialitas finansial dan materialitas dampak. GRI tidak mewajibkan pendekatan tertentu, tetapi mendorong perusahaan untuk melaporkan bagaimana faktor-faktor ESG, termasuk emisi karbon, berdampak pada kondisi keuangan perusahaan (materialitas finansial) dan bagaimana aktivitas perusahaan berdampak pada lingkungan serta masyarakat (materialitas dampak). Dalam konteks pelaporan karbon, pendekatan materialitas ganda ini memastikan bahwa perusahaan tidak hanya memperhatikan dampak karbon terhadap kinerja keuangan mereka, tetapi juga memperhitungkan dampak aktivitas mereka terhadap lingkungan. Dengan demikian, pendekatan ini memberikan gambaran yang lebih holistik mengenai kontribusi perusahaan terhadap perubahan iklim dan upaya mitigasinya. Sebagai contoh, jika suatu perusahaan mengalami peningkatan emisi karbon akibat produksi yang tinggi, GRI mendorong perusahaan tersebut untuk melaporkan dampaknya tidak hanya dari segi biaya operasional yang meningkat, tetapi juga dari segi kontribusinya terhadap polusi dan pemanasan global.

Selanjutnya, Sustainability Accounting Standards Board (SASB) menerapkan pendekatan materialitas finansial yang spesifik pada industri, di mana fokus utamanya pada metrik ESG yang secara signifikan berdampak pada kinerja finansial perusahaan. SASB mengidentifikasi berbagai indikator ESG yang material berdasarkan sektor industri sehingga perusahaan di sektor tertentu dapat menentukan aspek mana saja yang paling relevan untuk dilaporkan, termasuk emisi karbon. Dalam pelaporan karbon, SASB mengutamakan bagaimana emisi karbon berdampak pada profitabilitas dan risiko finansial perusahaan. Sebagai contoh, perusahaan di sektor energi yang sangat bergantung pada bahan bakar fosil akan memiliki risiko material yang lebih tinggi terkait emisi karbon dibandingkan sektor jasa. Dalam hal ini, SASB mendorong perusahaan untuk fokus pada

Buku ini tidak diperjualbelikan.

aspek emisi karbon yang berpotensi menimbulkan risiko finansial yang signifikan, seperti biaya karbon atau ketergantungan pada bahan bakar karbon-intensif. Pendekatan ini memastikan bahwa informasi yang disajikan relevan dengan dampak finansial langsung sehingga memudahkan investor dalam menilai risiko keuangan yang terkait dengan jejak karbon perusahaan.

Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) merekomendasikan perusahaan untuk mengungkapkan risiko dan peluang terkait iklim dengan pendekatan materialitas finansial yang terfokus pada dampak iklim. TCFD mengharuskan perusahaan untuk mengidentifikasi risiko fisik dan transisi yang mungkin timbul akibat perubahan iklim, termasuk risiko kebijakan, reputasi, dan teknologi yang berdampak pada strategi dan stabilitas keuangan perusahaan.

Dalam pelaporan karbon, TCFD mendorong perusahaan untuk mengungkapkan risiko terkait emisi karbon yang dapat mengganggu stabilitas keuangan mereka, seperti risiko regulasi karbon yang ketat atau biaya adaptasi teknologi rendah karbon, misalnya perusahaan yang beroperasi di negara dengan peraturan emisi yang ketat perlu melaporkan bagaimana biaya pengurangan karbon dan penerapan teknologi hijau berdampak pada kinerja keuangan mereka. Dengan fokus materialitas TCFD, pemangku kepentingan dapat memahami risiko iklim yang spesifik terhadap nilai finansial perusahaan sehingga mereka lebih siap dalam menghadapi perubahan regulasi iklim di masa mendatang.

Carbon Disclosure Project (CDP) menggunakan pendekatan materialitas dampak yang fokus pada aspek lingkungan tertentu, khususnya iklim, keamanan air, hutan, dan rantai pasokan. CDP meminta data terkait kinerja dan strategi lingkungan perusahaan, dengan fokus utama pada dampak karbon dan keberlanjutan lingkungan. Dalam pelaporan karbon, CDP menilai materialitas berdasarkan seberapa besar dampak aktivitas perusahaan terhadap lingkungan, seperti kontribusi emisi karbon terhadap perubahan iklim dan strategi perusahaan dalam mengurangi jejak karbon. CDP meminta perusahaan untuk melaporkan performa lingkungan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

mereka, yang mencakup data emisi karbon dan strategi mitigasi emisi di seluruh rantai pasokan. CDP juga menekankan pentingnya target pengurangan emisi yang berbasis sains untuk memastikan bahwa perusahaan benar-benar berkontribusi pada upaya global dalam menanggulangi krisis iklim. Pendekatan materialitas CDP menempatkan perusahaan sebagai bagian dari tanggung jawab kolektif dalam menjaga keberlanjutan lingkungan global.

Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) adalah standar pelaporan keberlanjutan dari Uni Eropa yang juga menerapkan konsep materialitas ganda. Di bawah CSRD, perusahaan diwajibkan untuk melaporkan bagaimana isu keberlanjutan, termasuk emisi karbon, memengaruhi bisnis mereka dan sebaliknya, bagaimana kegiatan bisnis mereka memengaruhi lingkungan dan masyarakat. Dalam konteks pelaporan karbon, CSRD mengharuskan perusahaan untuk memberikan pandangan menyeluruh terkait bagaimana karbon memengaruhi bisnis serta dampaknya terhadap lingkungan, misalnya jika emisi karbon perusahaan berdampak pada reputasi dan preferensi konsumen, hal ini harus diungkapkan.

CSRD juga mengharuskan perusahaan untuk mengintegrasikan laporan keberlanjutan dengan laporan keuangan mereka, menciptakan transparansi yang lebih tinggi. Konsep materialitas ganda dari CSRD memastikan bahwa pengungkapan keberlanjutan memberikan gambaran lengkap tentang keberlanjutan perusahaan, baik dari segi dampak eksternal maupun risiko internal.

US Securities and Exchange Commission (SEC), melalui aturan pengungkapan iklimnya yang terbaru, menitikberatkan pada materialitas finansial dengan fokus iklim. Regulasi ini mengharuskan perusahaan publik untuk melaporkan risiko-risiko terkait iklim, terutama yang berdampak pada kinerja finansial dan prospek usaha mereka. Pendekatan SEC menekankan bahwa informasi iklim yang relevan secara finansial, seperti risiko operasional dari perubahan iklim, harus dicatat dan diungkapkan dengan benar.

Dalam pelaporan karbon, SEC menyoroti pentingnya keterbukaan atas risiko iklim yang berpotensi merugikan nilai finansial perusahaan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dengan demikian, perusahaan yang berada di wilayah dengan risiko iklim tinggi diwajibkan untuk melaporkan potensi kerugian yang mungkin timbul akibat kejadian iklim ekstrem. SEC juga mewajibkan pengungkapan emisi karbon sebagai bagian dari laporan keberlanjutan. Dengan fokus pada dampak finansial, pendekatan materialitas SEC memungkinkan investor memahami potensi risiko yang dihadapi perusahaan akibat iklim dan memberikan perlindungan bagi investor dalam menghadapi ketidakpastian lingkungan.

Materialitas dalam pelaporan karbon di berbagai standar ini memberikan perspektif yang beragam bagi perusahaan dalam menyajikan data yang relevan dan bermanfaat bagi pemangku kepentingan. Perusahaan yang memahami dan menerapkan konsep materialitas sesuai dengan standar ini dapat memberikan laporan karbon yang lebih transparan, akuntabel, dan selaras dengan ekspektasi global untuk keberlanjutan.

E. Kebijakan Internasional: Kyoto Protocol dan Paris Agreement

Kehadiran perjanjian internasional memegang peranan penting sebagai instrumen pemersatu bangsa-bangsa dalam menghadapi isu tertentu. Perjanjian internasional dapat membantu mengurangi tantangan yang ditimbulkan oleh hukum nasional yang beragam dan metode penyelesaian konflik yang kompleks. Meskipun pada praktiknya masih terdapat kendala dalam implementasi perjanjian internasional tersebut dalam dinamika suatu negara, keberadaan perjanjian internasional menjadi upaya signifikan untuk mencapai keselarasan pandangan global (Nešović & Jerotijević, 2018). Dalam konteks karbon, negara-negara menyepakati standar global untuk mengurangi emisi karbon, mengatasi perbedaan regulasi, dan menciptakan kerangka kerja sebagai bentuk upaya bersama yang lebih efektif untuk melindungi bumi. Perjanjian internasional terkait karbon yang paling sering dijadikan acuan seluruh negara adalah Kyoto Protocol dan Paris Agreement.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kyoto Protocol merupakan perjanjian internasional yang menjadi langkah konkret dalam mereduksi emisi gas rumah kaca (GRK). Menjadi bagian dalam United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Kyoto Protocol secara resmi diadopsi sejak Desember 1997. Perjanjian ini dilatarbelakangi oleh dokumen resmi Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) yang diterbitkan oleh United Nations Environment Programme dan World Meteorological Organization pada tahun 1988, yang menyebutkan bahwa dampak jangka panjang dari emisi GRK, termasuk karbon dioksida (CO_2), adalah pemanasan global yang membawa *multiplier effect* terhadap lingkungan, seperti kenaikan permukaan air laut, percepatan pencairan es di kutub, dinamika bencana alam yang sulit diprediksi, hingga ancaman kepunahan bagi beberapa spesies (UNFCCC, 1997).

Protokol ini mewajiban negara industrial untuk memenuhi target emisi yang disepakati berdasarkan tahun dasar 1990. Sementara itu, untuk negara berkembang, perjanjian ini mendorong partisipasi aktif dalam mengurangi emisi GRK melalui beberapa mekanisme yang menjadi poin pembahasan Kyoto Protocol. Untuk mencapai target tersebut, Kyoto Protocol menyediakan beberapa mekanisme yang dapat digunakan setiap negara untuk mencapai target emisinya. Kerangka kerja tersebut adalah sebagai berikut.

1) Penggunaan *sinks* alami; setiap negara diperbolehkan memanfaatkan proses alamiah untuk menyerap GRK yang ada, seperti melalui penanaman pohon.
2) Clean Development Mechanism (CDM); negara maju melakukan investasi pada sektor teknologi dan infrastruktur ramah lingkungan di negara berkembang. Proyek tersebut memberikan kredit pengurangan emisi bagi negara maju selaku investor sehingga mendorong dalam pemenuhan target Kyoto Protocol. Contoh proyek yang dapat dilakukan adalah pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Gas Alam (PLTG) yang lebih bersih untuk menggantikan Pembangkit Listrik Tenaga Uap Batubara (PLTU Batubara).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

3) Joint Implementation (JI); kerja sama antarnegara maju dalam proyek pengurangan GRK di antara kedua belah pihak. Sama seperti CDM, negara maju yang menjadi investor menerima kredit emisi dalam bentuk *emission reduction units* (ERUs).
4) Perdagangan emisi adalah transaksi jual-beli hak emisi antarnegara maupun antarentitas. Mekanisme ini difasilitasi melalui sistem *allowance*, yaitu alokasi atau izin emisi yang diberikan kepada suatu negara atau perusahaan dalam batas tertentu. Jika suatu pihak menghasilkan emisi lebih rendah dari jatah *allowance* yang dimilikinya, kelebihan tersebut dapat dijual kepada pihak lain yang kesulitan memenuhi target. Dengan demikian, *allowance* berfungsi sebagai instrumen utama dalam menciptakan nilai ekonomi atas emisi gas rumah kaca (GRK), sekaligus menjadikan perdagangan emisi sebagai alternatif yang efisien dan hemat biaya untuk mencapai target pengurangan emisi.

Kyoto Protocol menghadapi beberapa kendala dalam implementasinya, mulai dari rendahnya keterlibatan negara emitor seperti Amerikat Serikat yang tidak meratifikasi Kyoto Protocol dan Tiongkok yang tidak terikat kewajiban karena berstatus negara berkembang hingga target emisi yang terlalu rendah (Nwankwo, 2018). Oleh karena itu, Paris Agreement hadir untuk menjawab tantangan dari implementasi Kyoto Protocol.

Paris Agreement menjawab permasalahan pada Kyoto Protocol dalam hal keterlibatan global, pendanaan, dan transparansi capaian. Berbeda dengan Kyoto Protocol, Paris Agreement lebih melibatkan semua negara secara global, tanpa memandang status maju atau berkembang. Selain itu, Paris Agreement yang dilaksanakan pada Desember 2015 ini juga menyediakan program khusus bagi negara berkembang berupa aliran dana khusus dan kerangka peningkatan kapasitas sebagai modal adaptasi terhadap perubahan iklim. Perjanjian ini juga menawarkan kerangka penargetan jangka pendek (5 tahun) dan transparan untuk melaporkan perkembangan secara terbuka. Paris Agreement secara resmi mulai berlaku pada November 2016 setelah memenuhi syarat ratifikasi internasional, dan efektif menggantikan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

komitmen Kyoto Protocol yang berakhir pada 31 Desember 2020 (UNFCCC, 2015).

UNFCCC (2015) menggarisbawahi tujuan utama Paris Agreement untuk menjaga kenaikan suhu global di bawah 1,5–2°C. Harapannya, perjanjian ini juga dapat meningkatkan kapasitas setiap negara untuk beradaptasi dengan perubahan iklim guna mencapai pembangunan yang berkelanjutan. Peningkatan kapasitas tersebut melalui mekanisme yang ditawarkan sebagai berikut.

1) Nationally Determined Contributions (NDCs); seluruh negara menetapkan target pengurangan emisi yang berlaku secara nasional dengan penyesuaian pada kapasitas masing-masing negara. Target tersebut berlaku setiap 5 (lima) tahun sebelum akhirnya ditetapkan target baru.
2) Global Stocktake; mekanisme evaluasi yang dilakukan setiap 5 (lima) tahun sekali untuk memantau progress capaian target emisi yang ditetapkan pada NDCs. Setiap periode tersebut, diharapkan negara memegang prinsip *ratcheting up* dengan terus meningkatkan target dan aksi secara progresif.
3) Adaptasi dan resiliensi; transfer teknologi dan peningkatan kapasitas antarnegara untuk mendorong kemampuan beradaptasi yang cepat terhadap perubahan iklim sehingga meningkatkan resiliensi negara akan dampaknya.
4) Internationally Transferred Mitigation Outcomes (ITMOs); setiap negara dapat bekerja sama dalam mencapai target pengurangan emisi, baik mekanisme pasar ataupun non-pasar.

Paris Agreement dan Kyoto Protocol memiliki perbedaan mendasar dalam aspek pendekatan, kewajiban, dan keberlanjutan. Kyoto Protocol menetapkan target emisi hanya untuk negara maju, sementara negara berkembang berpartisipasi secara sukarela. Sebaliknya, Paris Agreement melibatkan semua negara melalui NDCs yang disesuaikan dengan kemampuan masing-masing. Kemudian, Kyoto Protocol lebih memiliki sifat mengikat dengan sanksi bagi pelanggaran, sedangkan Paris Agreement lebih fleksibel

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dan mendorong peningkatan ambisi komitmen setiap 5 (lima) tahun. Melalui mekanisme *global stocktake*, Paris Agreement menyediakan evaluasi berkala untuk menilai kemajuan kolektif, membuatnya lebih inklusif dan berkelanjutan dalam jangka panjang dibandingkan Kyoto Protocol.

F. Kebijakan Karbon di Berbagai Negara: Studi Kasus

Paris Agreement didukung oleh 195 negara dari berbagai penjuru dunia. Negara-negara industrial, seperti Amerika Serikat, Tiongkok, hingga negara-negara Uni Eropa (UE), turut menandatangani perjanjian tersebut. Bahkan, sebanyak 13 negara langsung melakukan deposito pada instrumen ratifikasi tersebut (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016). Antusiasme negara seluruh dunia dalam mewujudkan penurunan emisi dapat menjadi sumber pembelajaran sendiri bagi Indonesia. Studi kasus pada beberapa negara berikut akan menunjukkan bagaimana prinsip dari Paris Agreement tersebut diterjemahkan ke dalam aksi nyata yang kontekstual dan spesifik dalam rangka penurunan emisi secara umum, ataupun karbon secara khususnya.

1. Uni Eropa (UE)

Parlemen UE menerapkan strategi European Green Deal (EGD) untuk mencapai target penurunan 55% GRK di tahun 2030, dibandingkan kondisi 1990, dan bebas karbon di tahun 2050. EGD mendorong pendekatan terpadu dalam rangka mengurangi perubahan iklim dan implikasinya, mendorong keberlanjutan, sekaligus mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dengan menciptakan Emissions Trading System (ETS). ETS menjadi pasar karbon terbesar di dunia yang menaungi 40% emisi di UE. ETS mencakup industri yang menghasilkan karbon dioksida (CO_2), nitrogen oksida (N_2O), dan perfluorokarbon (PFCs), seperti pada sektor transportasi, baik darat, laut, maupun udara, dan sektor energi, dengan mendorong penghematan energi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

untuk mencapai 42,5% konsumsi energi terbarukan pada 2030. Selain ETS, UE juga memanfaatkan hutan sebagai *sinks* dalam penyerapan karbon, dengan target 15% penyerapan di tahun 2030 (European Parliament, 2023).

ETS secara signifikan mempercepat pemotongan emisi sekitar 2–2,5% per tahun untuk industri yang diatur. Di lain sisi, pada praktiknya, ETS menyebabkan kebocoran karbon, di mana pengurangan emisi di UE sebagian diimbangi oleh peningkatan di wilayah yang tidak diatur di luar UE. ETS juga membebani perusahaan yang berbasis di UE terhadap biaya produksi yang lebih tinggi (Böning et al., 2023). Untuk menghadapi tantangan tersebut, UE melakukan mekanisme *carbon border adjustment*. Mekanisme tersebut menetapkan harga impor karbon dari negara-negara dengan kebijakan iklim yang lebih lemah.

Selain ETS, UE juga menerapkan Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) untuk mengatur pelaporan, verifikasi, dan akuntabilitas perusahaan terkait keberlanjutan. CSRD mewajibkan perusahaan untuk mengungkatkan dampak *environmental*, *social*, dan *governance* (ESG), termasuk emisi karbon, khususnya berkaitan dengan model bisnis perusahaan yang sustain, peran manajemen, dan kebijakan keberlanjutan yang diterapkan. Perusahaan wajib menyesuaikan laporan tahunan mereka dengan European Sustainability Reporting Standards (ESRS), yang mengikuti prinsip materialitas ganda dengan mempertimbangkan dampak pada bisnis dan pada masyarakat dan lingkungan yang lebih luas. Laporan tersebut wajib diaudit dengan tingkat asuransi terbatas oleh auditor resmi atau *independent assurance service providers* (IASPs) yang terakreditasi, di mana secara bertahap tingkat asuransinya ditingkatkan menjadi audit penuh pada tahun 2028. Kewajiban CSRD diberlakukan untuk perusahaan besar dengan kriteria memiliki: (i) lebih dari 250 pekerja; (ii) omzet lebih dari €50 juta; dan (iii) total aset lebih dari €25 juta.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Amerika Serikat (AS)

Amerika Serikat (AS) telah menyusun strategi jangka panjang untuk mencapai bebas karbon pada 2050. Target jangka panjang tersebut diterjemahkan dalam strategi jangka menengah pada 2030 untuk memangkas 50–52% tingkat emisi GRK tahun 2005. Strategi tersebut berprinsip untuk menciptakan ekonomi berkelanjutan yang tangguh dan adil dengan membatasi peningkatan suhu global hingga 1,5°C. Dalam mencapai target tersebut, AS bergantung pada pemanfaatan teknologi *carbon removal* dan pemanfaatan *sinks*. Kolaborasi federal, negara bagian, dan sektor swasta juga memainkan peran dalam transformasi keberlanjutan tersebut (United States Department of State and the United States Executive Office of the President, 2021).

Mekanisme utama yang dilakukan AS dalam mencapai bebas karbon adalah transformasi sektoral melalui efisiensi energi, dekarbonisasi listrik, dan transisi energi. Transformasi sektoral tersebut didukung dengan 4 (empat) pilar strategis: (i) kepemimpinan pemerintahan federal; (ii) inovasi; (iii) kepemimpinan non-federal; dan (iv) keterlibatan publik. Rincian transformasi sektoral tersebut adalah sebagai berikut.

a) Tenaga listrik: AS berencana untuk mendekarbonisasi seluruh pembangkit Listrik. Transisi ini bergantung pada perluasan penggunaan energi terbarukan, pengurangan ketergantungan bahan bakar fosil, dan inovasi teknologi bersih.

b) Transportasi: AS berfokus untuk mengurangi emisi sektor transportasi dengan mempromosikan kendaraan Listrik dan penggunaan kendaraan umum serta memperluas bahan bakar penerbangan berkelanjutan.

c) Bangunan: AS mempromosikan peralatan hemat energi, teknologi pemanas bersih seperti pompa panas, dan elektrifikasi menyeluruh untuk mengurangi jejak karbon bangunan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

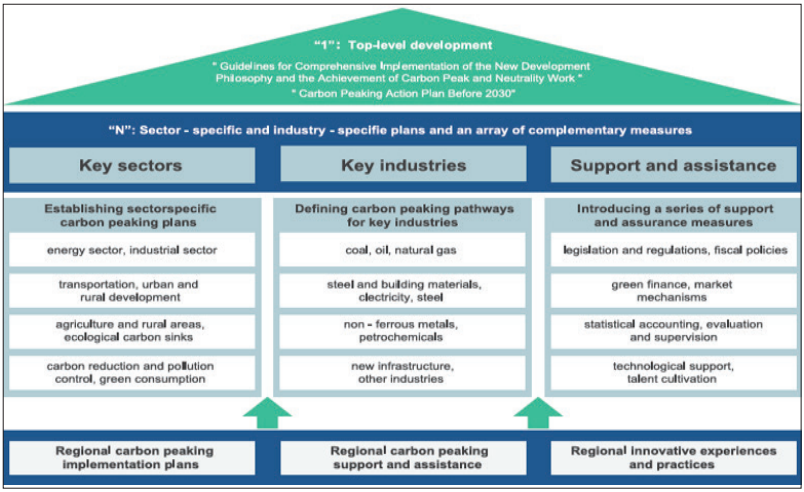
d) Industri: Strategi dekarbonisasi industri AS mencakup efisiensi energi, adopsi bahan bakar rendah karbon, penangkapan karbon, dan kemajuan teknologi untuk proses emisi tinggi seperti produksi semen.

Pilar yang diusung oleh AS menunjukkan pentingnya desentralisasi dalam penyelesaian masalah emisi karbon. Sebagai contoh, program Cap-and-Trade di California. Program yang diorganisi oleh California Air Resources Board (CARB) merupakan inisiatif negara bagian dalam mencapai target AS secara keseluruhan. CARB menegakkan transparansi, kepatuhan, dan pelaporan laporan keberlanjuta untuk seluruh Perusahaan di California. CARB memiliki batasan bahwa entitas yang menghasilkan lebih dari 25.000 metrik ton CO_2 diwajibkan untuk membeli izin atas jumlah yang melebihi batasan, baik dari pasar yang disediakan pemerintah negara bagian atau dari Perusahaan lainnya (California Air Resources Board, 2019).

3. Tiongkok

Kebijakan netralitas karbon Tiongkok berkomitmen untuk tercapai di tahun 2060. Untuk mencapai hal tersebut, Tiongkok menciptakan kerangka kerja yang diberi nama "1+N". Angka 1 (satu) mengindikasikan bahwa kerangka kerja ini merupakan strategi komprehensif satu-satunya di Tiongkok untuk mencapai titik jenuh emisi karbon nasional. Sementara huruf "N" merujuk pada sektor dan industri spesifik untuk mencapai titik tersebut. Kerangka tersebut memiliki kesamaan dengan penerapan di AS, dimana terdapat dukungan pemerintah daerah dalam pelaksanaannya (Jing et al., 2023). Secara detail, kerangka tersebut digambarkan pada Gambar 2.1.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Policy Research Center for Environment and Economy (2023)
Gambar 2.1 Kerangka Kerja "1+N"

Kacamata keberlanjutan dalam jangka panjang menjadi faktor pertimbangan dalam penetapan kebijakan dari kerangka "1+N". Sebagai contoh dalam rangka penyerapan karbon secara terrestrial, Tiongkok dapat mempertimbangkan dampak sosial yang bervariasi di setiap daerahnya. Selain itu, dampak biologis juga menjadi pertimbangan dari upaya penghijauan pemerintah, seperti pengaruhnya terhadap hidrologi lokal dan kesehatan tanah (Wang et al., 2023).

G. Peran Pemerintah dalam Mewajibkan Verifikasi Karbon

Indonesia secara konsisten mendukung upaya global dalam mereduksi GRK. Indonesia telah meratifikasi kedua perjanjian internasional yang dibahas sebelumnya terkait dengan respons global pada perubahan iklim. Pemerintah Indonesia telah meratifikasi Kyoto Protocol dengan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2004. Kemudian, aturan tersebut diharmonisasai ke dalam Undang-Undang Nomor

Buku ini tidak diperjualbelikan.

32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan hidup sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja menjadi Undang-Undang. Sementara untuk Paris Agreement, telah diratifikasi dengan menerbitkan Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016.

Komitmen keseriusan Indonesia dalam mencapai kondisi bebas karbon ditunjukkan dengan ditetapkannya peta jalan hasil kolaborasi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dengan International Energy Agency (IEA) di tahun 2022. Mekanisme utama yang ditawarkan dalam peta jalan tersebut antar lain dekarbonisasi sektor energi dan peningkatan investasi pada teknologi energi bersih untuk mendorong transisi energi bersih. Dalam jangka pendek, pemerintah mendorong untuk:

1) penyesuaian kontrak pembangkit listrik tenaga batu bara dan gas bumi untuk menghemat biaya 5% di tahun 2030;
2) pemberian remunerasi pada layanan sistem yang diberikan pembangkit listrik;
3) penghentian kapasitas pembangkit listrik batu bara yang menua; dan
4) penciptaan ekosistem regulasi yang menguntungkan bagi pengembangan operasional sumber daya terbarukan (International Energy Agency/IEA, 2022).

Kebijakan karbon merupakan instrumen kunci dalam upaya Indonesia mencapai target Enhanced NDC (ENDC), yaitu penurunan emisi gas rumah kaca sebesar 31,89% pada tahun 2030. Dua instrumen utama yang dijalankan pemerintah adalah perdagangan karbon dan pajak karbon. Landasan regulasi mengenai nilai ekonomi karbon diatur dalam Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon. Dalam regulasi ini, skema perdagangan karbon di Indonesia mencakup berbagai mekanisme, seperti cap-and-trade, carbon offset, perdagangan emisi, result-based payment, hingga pajak karbon. Pelaksanaan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

perdagangan tersebut difasilitasi melalui bursa karbon, yang diatur lebih lanjut dalam Peraturan Otoritas Jasa Keuangan Nomor 14 Tahun 2023 tentang Perdagangan Karbon melalui Bursa Karbon. Selain perdagangan, pemerintah juga menerapkan instrumen pajak karbon yang berlandaskan Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2021 tentang Harmonisasi Peraturan Perpajakan. Aturan ini menetapkan ketentuan pokok, antara lain tarif pajak karbon sebesar Rp30 per kilogram karbon dioksida ekuivalen, penerapan mekanisme *cap and tax* yang mengenakan pajak pada perusahaan yang melebihi batas emisi tertentu, serta prinsip pelaksanaan yang menekankan keadilan, keterjangkauan, dan sifat adaptif.

Dalam setiap aktivitas yang dapat dikuantifikasi, diperlukan unsur verifikasi untuk memastikan bahwa laporan yang disusun andal, relevan, dapat dipahami dan dapat dibandingkan (Leny, 2019). Pemerintah telah mengatur beberapa hal dalam regulasi terkait dengan verifikasi keberlanjutan. Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Target Kontribusi yang Ditetapkan secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pembangunan Nasional mengelompokkan kegiatan verifikasi bersama dengan pengukuran dan pelaporan (MRV), yang bertujuan untuk memastikan kegiatan yang dilaksanakan sudah sesuai standar dan dapat dijamin kebenarannya. MRV digunakan sebagai dasar penentuan dalam mekanisme *result-based payment*. Hal-hal yang berada dalam cakupan MRV tersebut antara lain:

1) Aksi mitigasi: segala kegiatan untuk mengurangi emisi GRK, meningkatkan serapan karbon, dan/atau menyimpan/menguatkan cadangan karbon;
2) Aksi adaptasi: segala kegiatan untuk menyesuaikan diri dalam mengantisipasi pengaruh buruk iklim, dengan cara membangun strategi antisipasi dan memanfaatkan peluang-peluang yang menguntungkan; dan
3) Nilai ekonomi karbon (NEK): nilai atas setiap unit emisi GRK yang dihasilkan oleh kegiatan manusia dan kegiatan ekonomi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pasal 68 Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Target Kontribusi yang Ditetapkan secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pembangunan Nasional mengatur secara rinci proses validasi dan verifikasi untuk menjamin kualitas pengukuran dan pelaksanaan ketiga kegiatan tersebut. Secara umum, validasi dan verifikasi dilakukan oleh Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (sekarang Menteri Lingkungan Hidup) serta dilaporkan melalui Sistem Registrasi Nasional Pengendalian Perubahan Iklim (SRN PPI). Sementara itu, secara khusus bagi pihak yang melaksanakan NEK terkait perdagangan karbon dan *result-based payment* wajib divalidasi dan diverifikasi oleh pihak independen yang kompeten.

Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Target Kontribusi yang Ditetapkan secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pembangunan Nasional mengatur pengendalian karbon secara konseptual. Untuk aturan teknis dalam pelaksanaannya diatur dalam peraturan Menteri/Lembaga yang menaungi. Beberapa aturan teknis terkait kebijakan karbon antara lain:

1) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 12 Tahun 2024 tentang Penyelenggaraan Kontribusi yang Ditetapkan secara Nasional dalam Penanganan Perubahan Iklim;
2) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 7 Tahun 2023 tentang Tata Cara Perdagangan Karbon Sektor Kehutanan;
3) Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 2 Tahun 2023 tentang Penyelenggaraan Penangkapan dan Penyimpanan Karbon, serta Penangkapan, Pemanfaatan, dan Penyimpanan Karbon pada Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi;
4) Peraturan Otoritas Jasa Keuangan Nomor 14 Tahun 2023 tentang Perdagangan Karbon melalui Bursa Karbon;

Buku ini tidak diperjualbelikan.

5) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 21 Tahun 2022 tentang Tata Laksana Penerapan Nilai Ekonomi Karbon;
6) Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 16 Tahun 2022 tentang Tata Cara Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon Subsektor Pembangkit Tenaga Listrik;
7) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 1 Tahun 2021 tentang Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup;
8) Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 188.K/HK.02/MEM.L/2021 tentang Pengesahan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT Perusahaan Listrik Negara (Persero);
9) Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 65 Tahun 2020 tentang Konversi Sepeda Motor dengan Penggerak Motor Bakar Menjadi Sepeda Motor Listrik Berbasis Baterai;
10) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.70/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2017 tentang Tata Cara Pelaksanaan *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation, Role of Conservation, Sustainable Management of Forest and Enhancement of Forest Carbon Stocks*; dan
11) Peraturan Otoritas Jasa Keuangan Nomor 51 /POJK.03/2017 tentang Penerapan Keuangan Berkelanjutan bagi Lembaga Jasa Keuangan, Emiten, dan Perusahaan Publik.

H. Dampak Kebijakan terhadap Praktik Pelaporan dan Audit Karbon

Peran verifikasi yang diregulasi oleh pemerintah pada dasarnya bertujuan untuk memastikan masa transisi berjalan dengan baik. Transisi dalam pengurangan emisi karbon yang tidak sesuai ketentuan dapat menyebabkan terjadinya *greenwashing*. *Greenwashing* merupakan kondisi ketika perusahaan salah posisi dalam menampilkan diri sebagai perusahaan yang ramah lingkungan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

agar tampak lebih berkelanjutan daripada yang sebenarnya. Kondisi tersebut menyesatkan konsumen dan pemangku kepentingan dengan membesar-besarkan atau mengarang klaim lingkungan, sering kali tanpa tindakan substansial untuk mendukungnya (Yang et al., 2020) ScienceDirect, Springer and Emerald Insight during the 2000–2020 period to analyse greenwashing. In an open market, the behaviours of state-owned enterprises (SOEs.

Greenwashing memiliki dampak buruk yang signifikan. Pertama, kondisi tersebut mengikis kepercayaan konsumen terhadap produk yang benar-benar berkelanjutan sehingga menumbuhkan skeptisisme yang meluas terhadap semua klaim ramah lingkungan (Delmas & Burbano, 2011). Kedua, penurunan moral dan kinerja kerja yang lebih rendah di lingkungan kerja sebagai dampak kekecewaan karyawan (Li et al., 2022). Ketiga, perusahaan mengalami penurunan nilai pasar sebagai dampak pertimbangan investor yang memandang bahwa perusahaan lebih berisiko. Penurunan reputasi tersebut pada akhirnya menyebabkan peningkatan permintaan untuk penyusunan regulasi dalam rangka meningkatkan transparansi dan mencegah praktik penipuan (Markham et al., 2014).

Mengingat pentingnya kebijakan karbon, regulasi yang berlaku saat ini membawa perubahan pada praktik pelaporan. Sebelum fokus ke karbon, pemerintah telah mengatur melalui Peraturan Otoritas Jasa Keuangan Nomor 51/POJK.03/2017 tentang Penerapan Keuangan Berkelanjutan bagi Lembaga Jasa Keuangan, Emiten, dan Perusahaan Publik terkait dengan pelaporan keberlanjutan. Aturan tersebut mewajibkan lembaga jasa keuangan, emiten, dan perusahaan publik untuk menyusun laporan keberlanjutan yang terdiri dari: (i) ringkasan eksekutif; (ii) proses penyusunan rencana aksi keuangan berkelanjutan; (iii) faktor penentu rencana aksi keuangan berkelanjutan; (iv) prioritas dan uraian rencana aksi keuangan berkelanjutan; serta (v) tindak lanjut rencana aksi keuangan berkelanjutan. Akan tetapi, perusahaan publik yang diwajibkan dalam aturan tersebut masih memiliki syarat jumlah pemegang saham minimal 300 (tiga ratus) dan memiliki modal disetor paling sedikit Rp3 miliar.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Implementasi aturan OJK tersebut masih menemui kendala dalam praktiknya. Hasil studi pustaka menunjukkan bahwa kewajiban pelaporan yang diregulasi telah dilaksanakan perusahaan sebagai bagian dari kewajiban, tetapi kualitas informasinya masih dapat ditingkatkan. Cahyaningrum & Violita (2023) melakukan studi terkait pengungkapan laporan keberlanjutan pada perusahaan peleburan tembaga. Studi yang dilakukan menunjukkan bahwa seluruh komponen yang dilaporkan sudah sesuai aturan, tetapi kualitas penjelasannya belum memadai dan kurang informatif. Laporan tersebut juga belum sepenuhnya memenuhi standar kualitas Global Reporting Initiative (GRI) 2021. Contoh pada sektor lainnya, Antonio & Kusuma (2020) mengevaluai laporan keberlanjutan pada sektor minyak kelapa sawit. Hasil studinya menunjukkan hal yang sama bahwa kualitas pelaporannya masih rendah meskipun sudah dilakukan oleh perusahaan. Di sektor perbankan, Chandra & Shauki (2024) juga menemukan fakta yang sama bahwa masih terdapat beberapa topik pengungkapan yang belum diakomodasi dalam laporan keberlanjutan.

Hapsari (2023) menyatakan bahwa perusahaan yang memiliki pelaporan keberlanjutan yang baik berdampak positif terhadap nilai perusahaan. Pelaporan keberlanjutan yang baik akan meningkatkan kepercayaan stakeholder sehingga pada akhirnya akan meningkatkan investasinya di perusahaan. Kehadiran pelaporan keberlanjutan yang memadai memainkan peranan penting dalam pengambilan keputusan stakeholder.

Di lain sisi, audit karbon belum memiliki regulasi hukum yang pasti. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 21 Tahun 2022 tentang Tata Laksana Penerapan Nilai Ekonomi Karbon menggunakan istilah verifikasi untuk menyebut kegiatan memastikan kebenaran dan penjaminan kualitas data aksi serta sumber daya yang dilaporkan ke dalam SRN PPI. Dengan demikian, proses verifikasi dan validasi yang diatur dalam regulasi tersebut memiliki fungsi yang serupa dengan audit, meskipun secara terminologis belum disebut sebagai audit karbon. Oxford Languages mendefinisikan audit sebagai pemeriksaan resmi terhadap individu atau organisasi yang dilakukan oleh badan independen.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Salah satu contoh negara yang telah menerapkan audit karbon adalah Hong Kong. Negara tersebut melihat audit karbon sebagai proses yang efektif memahami dan mengukur jejak karbon sekaligus mengidentifikasi langkah-langkah pengurangan karbon yang tepat. Untuk memfasilitasi sektor publik dan swasta dalam memulai pengelolaan karbon, Environmental Protection Department (EPD) Hong Kong telah menyusun set buku panduan pengelolaan karbon khusus di: (i) kantor; (ii) sekolah; (iii) pusat olahraga; (iv) kolam renang; (v) pasar umum; (vi) fasilitas Kesehatan; (vii) stasiun pemadam kebakaran; (viii) fasilitas pos; dan (ix) balai komunitas. Panduan tersebut berfungsi sebagai referensi operasional dalam membangun kemampuan audit karbon dan mempromosikan praktik terbaik pengelolaan karbon.

Hingga saat ini, audit karbon belum secara spesifik diterapkan di Indonesia. Badan Pemeriksa Keuangan (BPK) saat ini mengaudit kepatuhan terhadap kebijakan kehutanan dan dampak sosial ekonomi, yang berfokus pada deforestasi, penebangan liar, keanekaragaman hayati, dan faktor ekonomi terkait. Fokus BPK pada sektor kehutanan dilatarbelakangi oleh posisi hutan hujan Indonesia yang memainkan peran penting dalam penyimpanan karbon global. Selain itu, audit keberlanjutan, lebih tepatnya, di Indonesia juga mengaudit eksploitasi sumber daya alam dan pengeluaran pemerintah untuk rehabilitasi lingkungan, dengan membingkai perubahan iklim sebagai eksternalitas yang berdampak pada barang publik (Nasution, 2009).

I. Pengaruh Kebijakan pada Sektor dengan Emisi Tinggi

Badan Pusat Statistik (BPS) menerbitkan Neraca Arus Energi dan Neraca Emisi Gas Rumah Kaca Indonesia 2018–2022 sebagai bentuk kompilasi dari kewajiban Peraturan Badan Pusat Statistik Nomor 3 Tahun 2023 tentang Pedoman Penyusunan Neraca Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Selama periode 2018–2022, intensitas emisi GRK berdasarkan lapangan usaha menunjukkan bahwa sektor pengadaan air, pengelolaan sampah, limbah, dan daur ulang serta pengadaan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

listrik dan gas menempati posisi tertinggi selama lima tahun tersebut. Sementara itu, sektor industri pengolahan menjadi sektor dengan pertumbuhan intensitas GRK yang paling tinggi selama 2018–2022, yakni 36%. Rincian intensitas selama periode 2018–2022 disajikan dalam Tabel 2.1.

Pemerintah mengelola kebijakan dalam sektor pengadaan air, pengelolaan sampah, limbah, dan daur ulang dengan mendorong ekonomi sirkular. Berdasarkan Peta Jalan & Rencana Aksi Nasional

Tabel 2.1 Intensitas Emisi Gas Rumah Kaca Menurut Lapangan Usaha (ton CO2e per miliar Rupiah)

Sektor	2018	2019	2020	2021	2022
Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	73,0	71,6	68,6	70,2	60,2
Pertambangan dan Penggalian	46,4	47,2	32,3	35,7	34,1
Industri Pengolahan	104,6	114,3	106,4	96,2	142,2
Pengadaan Listrik dan Gas	2.451,4	2.466,8	2.566,6	2.638,7	2.426,3
Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah, dan Daur Ulang	3.117,4	3.238,1	3.136,0	3.013,2	3.023,5
Transportasi	192,9	161,6	165,4	163,2	166,5
Lainnya	4,8	14,0	14,4	14,2	13,2

Sumber: BPS (2024)

Ekonomi Sirkular Indonesia 2025–2045, program prioritas pada Agenda Pembangunan Ketahanan Sosial Budaya dan Ekologi yang mendorong keberlanjutan dalam sektor pengadaan air, pengelolaan sampah, limbah, dan daur ulang adalah Program Prioritas Penerapan Ekonomi Sirkular dari Sumber Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga Secara Partisipatif (Hulu). Program tersebut memiliki 2 target: (i) pengurangan dan pemilahan sampah di sumber serta pengumpulan pengangkutan terpilah terjadwal; dan (ii) penyediaan dan optimalisasi fasilitas pengolahan sampah hulu berbasis 3R (*reuse*, *reduce*, *recycle*).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dengan kebijakan yang ada saat ini, Julia Lingga et al. (2024) menunjukkan bahwa pengelolaan sampah membuka peluang peningkatan partisipasi masyarakat melalui edukasi tentang pentingnya memilah dan mengelola sampah, yang bisa mengurangi polusi lingkungan. Kemitraan antara pemerintah dan sektor swasta untuk investasi dalam infrastruktur dan teknologi pengelolaan sampah juga menciptakan peluang untuk penggunaan teknologi canggih seperti *waste-to-energy*, yang dapat mengubah sampah menjadi sumber energi alternatif. Dengan pendekatan yang berkelanjutan dan komprehensif, Indonesia dapat mengurangi dampak negatif sampah terhadap kesehatan dan lingkungan, serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Di lain sisi, pengelolaan sampah di Indonesia menghadapi tantangan besar, termasuk infrastruktur yang belum memadai di banyak daerah, rendahnya kesadaran masyarakat, dan keterbatasan teknologi. Banyak tempat pembuangan akhir (TPA) menggunakan metode *open dumping*, yang tidak efisien dan mencemari lingkungan. Regulasi pengelolaan sampah sering kali terkendala oleh kurangnya koordinasi antarinstansi dan keterbatasan anggaran, yang menghambat pengembangan infrastruktur dan program pengelolaan yang efektif. Investasi yang tinggi dan kurangnya sumber daya manusia terampil dalam teknologi pengelolaan sampah juga menghambat perkembangan inovasi seperti *waste-to-energy*.

Sementara itu, dari sektor listrik dan gas, pemerintah telah menerbitkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 16 Tahun 2022 tentang Tata Cara Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon Subsektor Pembangkit Tenaga Listrik. Pada aturan tersebut, perusahaan pembangkit tenaga listrik diwajibkan untuk menyusun laporan emisi GRK yang mencantumkan data aktivitas unit pembangkit tenaga listrik (konsumsi bahan bakar beserta kualitasnya) dan data pengusahaan unit pembangkit tenaga listrik, baik secara bruto maupun neto. Data penghitungan emisi GRK tersebut meliputi emisi karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida

Buku ini tidak diperjualbelikan.

(N_2O), yang dinyatakan dalam satuan karbon dioksida ekuivalen (CO_2e).

Selain kewajiban pelaporan, aturan tersebut juga mengatur mekanisme perdagangan karbon khusus perusahaan pembangkit tenaga listrik dengan mekanisme perdagangan emisi dan *offset* emisi GRK. Tantangan kebijakan karbon sektor listrik yang utama adalah ekosistem perdagangan karbon yang belum optimal. Di pasar karbon Indonesia, instrumen utama yang diperdagangkan meliputi kuota emisi (PTBAE-PU) untuk perusahaan yang wajib mematuhi batas emisi dan kredit karbon (SPE-GRK) dari proyek penurunan emisi seperti energi terbarukan atau restorasi hutan. Ekosistem pendukung perdagangan karbon nasional masih belum matang, dengan kurangnya aturan teknis, verifikasi kredit karbon, dan transparansi pasar. Pada perdagangan pertama, tercatat hanya ada dua penjual, dan transaksi masih dilakukan *over the counter*. Partisipasi sektor lain diharapkan dapat memperkuat pasar ini. Dari segi harga, karbon di Indonesia masih berkisar antara Rp59.200 hingga Rp69.600 per ton CO2e, jauh di bawah harga pasar internasional sekitar Rp1,3 juta per ton CO2e, menjadikannya kurang menarik bagi investor karena proses sertifikasi yang rumit dan mahal (Rangkuti & Anky, 2023)

Meilani (2024) mengkaji upaya dekarbonisasi sektor industri di Indonesia. Pada praktiknya, terdapat 4 (empat) upaya dalam melakukan dekarbonisasi, yaitu: (i) penggantian sumber energi fosil dengan energi ramah lingkungan; (ii) manajemen dan efisiensi energi; (iii) strategi elektrifikasi proses produksi; serta (iv) pemanfaatan teknologi Carbon, Capture, Utilization, and Storage (CCUS). Dekarbonisasi industri menciptakan potensi pasar baru dan meningkatkan daya saing produk melalui peningkatan permintaan pasar terhadap produk berkelanjutan. Efisiensi energi dan sumber daya dalam industri dapat menekan biaya produksi hingga 30% dan mengurangi pengeluaran untuk bahan tidak dapat digunakan kembali hingga 66%. Selain itu, ada manfaat potensial dari penghematan biaya pajak karbon dan biaya pengelolaan dampak lingkungan, yang secara keseluruhan dapat meningkatkan kualitas lingkungan dan keberagaman hayati.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Sementara itu, tantangan utama dalam dekarbonisasi industri meliputi kebutuhan mendesak akan sumber energi alternatif, seperti hidrogen hijau, yang masih terbatas oleh teknologi dan investasi. Adopsi teknologi rendah karbon sulit diakses karena ketergantungan pada perangkat berteknologi tinggi impor. Pendanaan untuk teknologi baru juga menjadi hambatan karena rendahnya partisipasi industri dalam keuangan berkelanjutan, memerlukan insentif dan investasi yang lebih kuat. Selain itu, adanya perbedaan standar pelaporan dekarbonisasi antar lembaga pemerintah menciptakan kebutuhan akan tata kelola yang lebih terintegrasi dan efektif.

Melihat dampak dan cakupan kebijakan karbon yang luas dan komprehensif, mekanisme nilai ekonomi karbon sebaiknya tidak hanya menekankan pada kegiatan verifikasi, tetapi juga selalu diikuti dengan kegiatan validasi agar hasil pengukuran, pelaporan, dan pengurangan emisi lebih dapat dipertanggungjawabkan. Audit karbon menjadi langkah strategis untuk memastikan seluruh kebijakan karbon berjalan efektif dan transparan. Diperlukan standar audit karbon secara menyeluruh pada berbagai sektor riil, terutama yang memiliki kontribisi emisi tinggi. Audit keuangan dilakukan untuk meninjau efektivitas realisasi anggaran dalam program dekarbonisasi dan infrastruktur lalu lintas emisi. Sementara untuk audit kinerja digunakan untuk mengukur capaian dan dampak kebijakan dekarbonisasi, Sedangkan audit dengan tujuan tertentu dapat secara khusus menilai kepatuhan terhadap standar emisi, pelaporan karbon, dan mekanisme perdagangan karbon.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



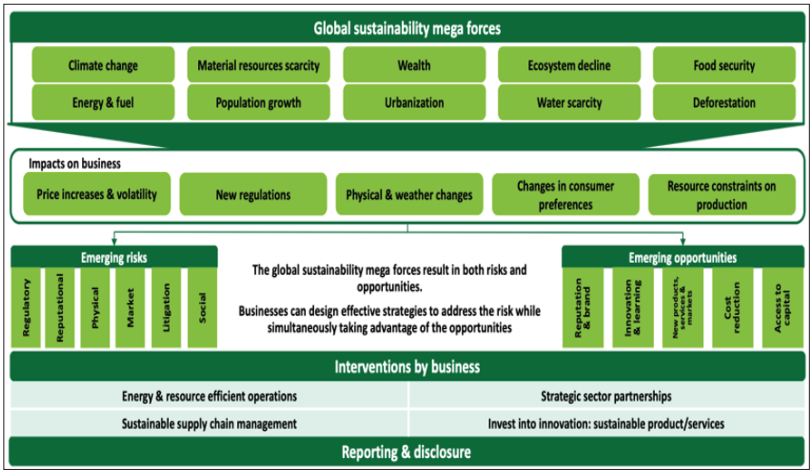
BAB III
METODOLOGI AUDIT KARBON

A. Pelaporan Berkelanjutan Memicu Timbulnya Audit Karbon

Audit karbon merupakan respons strategis terhadap tantangan global yang semakin kompleks, seperti perubahan iklim, kelangkaan sumber daya, dan tuntutan sosial. Kebutuhan untuk mengintegrasikan dimensi lingkungan, sosial, dan tata kelola (ESG) dalam pelaporan organisasi telah menjadi prioritas utama, seiring dengan meningkatnya kesadaran akan dampak aktivitas manusia terhadap ekosistem global.

Audit ini dirancang untuk mengidentifikasi dan mengelola risiko sekaligus memanfaatkan peluang, dengan memfokuskan perhatian pada isu-isu utama seperti emisi gas rumah kaca, pengelolaan limbah, keanekaragaman hayati, dan hak asasi manusia. Melalui pendekatan ini, organisasi tidak hanya dapat meningkatkan transparansi

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: KPMG (2012)

Gambar 3.1 Global Sustainability Mega Forces

dan akuntabilitas, tetapi juga mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan yang lebih luas, sebagaimana pada Gambar 3.1.

Sustainability mega forces adalah kumpulan faktor global yang saling terkait dan memberikan dampak besar terhadap keberlanjutan ekonomi, sosial, dan lingkungan. Pada Tabel 3.1, *mega forces* ini diuraikan dengan fokus pada risiko dan peluang yang muncul dari dinamika global. Berikut adalah analisis lebih lanjut dari masing-masing *mega force.*

Dimensi keberlanjutan mencakup berbagai aspek yang saling terkait, yang memengaruhi operasional organisasi pada setiap tahap rantai nilai. Dari pengadaan bahan baku hingga distribusi akhir, dampak ESG tidak hanya dirasakan oleh lingkungan, tetapi juga oleh masyarakat yang terlibat langsung atau tidak langsung sebagaimana Gambar 3.1.

Gambar 3.2 menunjukkan ilustrasi rantai nilai dari tahap awal hingga akhir, dikenal dengan istilah *"farm to fork."* Diagram ini memberikan gambaran tentang berbagai dampak lingkungan, sosial, dan tata kelola (ESG) yang terjadi sepanjang proses rantai nilai,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

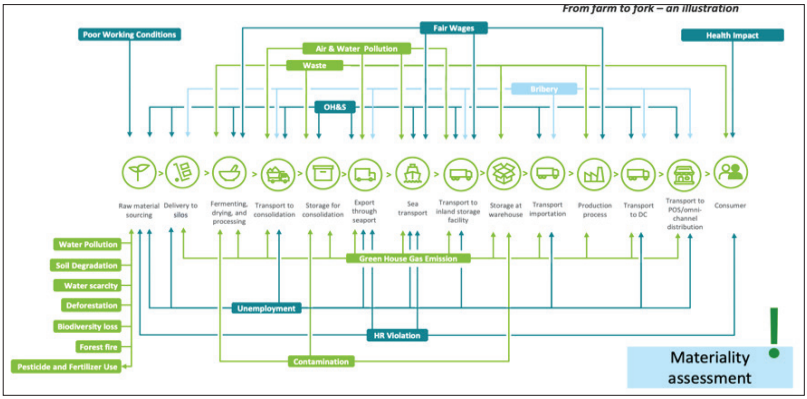
mulai dari pengadaan bahan baku hingga konsumsi oleh konsumen. Komponen-komponen utama yang menjadi fokus adalah dampak negatif yang dihasilkan di setiap tahap, serta aspek-aspek materialitas yang perlu diperhatikan untuk mengurangi risiko dan memanfaatkan peluang keberlanjutan.

Tabel 3.1 Komponen *Global Sustainability Mega Forces*

Mega force	Komponen
Perubahan Iklim	Kenaikan suhu global, perubahan pola cuaca, peningkatan frekuensi bencana alam, kenaikan permukaan laut.
Kelangkaan Energi	Kenaikan harga energi, ketidakstabilan pasokan, transisi ke energi terbarukan, teknologi efisiensi energi.
Kelangkaan Sumber Daya	Kelangkaan mineral dan logam, konflik sumber daya, model ekonomi sirkular, daur ulang bahan baku.
Pertumbuhan Populasi	Kebutuhan pangan meningkat, tekanan terhadap infrastruktur, ketidakseimbangan regional sumber daya.
Urbanisasi	Kemacetan, polusi perkotaan, tekanan infrastruktur, pengembangan kota pintar (smart cities).
Penurunan Ekosistem	Degradasi lahan, kehilangan keanekaragaman hayati, konservasi ekosistem, jasa lingkungan.
Kelangkaan Air	Konflik air, peningkatan biaya produksi, teknologi desalinasi, efisiensi irigasi.
Keamanan Pangan	Ketidakstabilan pasokan, peningkatan harga pangan, teknologi pertanian presisi, diversifikasi sumber pangan.
Deforestasi	Hilangnya habitat, emisi karbon, pengelolaan hutan berkelanjutan, reforestasi.
Kesejahteraan dan Kekayaan	Ketimpangan ekonomi, ketegangan sosial, program pemberdayaan masyarakat, keadilan sosial-ekonomi.

Sumber: KPMG International (2024)

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Deloitte (2024)

Gambar 3.2 Value Chain pada ESG

Rantai nilai dimulai dari pengadaan bahan baku *(raw material sourcing*) yang sering dikaitkan dengan masalah seperti polusi air, degradasi tanah, kelangkaan air, deforestasi, kebakaran hutan, dan hilangnya keanekaragaman hayati. Dalam tahap ini, penggunaan pestisida dan pupuk juga menjadi perhatian utama karena berkontribusi pada kerusakan lingkungan yang signifikan. Selanjutnya, pada tahap pengangkutan bahan baku ke fasilitas pengolahan (*delivery to silos dan fermenting, drying, and processing*), risiko seperti polusi udara dan air, serta pengelolaan limbah (*waste management*) mulai muncul, yang dapat memengaruhi ekosistem setempat.

Tahap berikutnya melibatkan transportasi menuju fasilitas penyimpanan (*transport to inland storage facility dan storage for consolidation*), ekspor melalui pelabuhan (*sea transport* dan *export through seaport*), hingga distribusi ke pusat distribusi atau outlet konsumen (transport to DC dan transport to *POS/omni-channel distribution*). Pada tahap ini, emisi gas rumah kaca menjadi masalah utama, selain kontaminasi lingkungan akibat pengelolaan limbah yang tidak efektif. Dampak sosial seperti kondisi kerja yang buruk dan pelanggaran hak asasi manusia juga kerap terjadi, terutama dalam rantai pasok global yang kompleks.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Di sisi produksi *(production process)*, polusi udara dan air, pengelolaan limbah, serta keselamatan dan kesehatan kerja menjadi perhatian utama. Dalam proses ini, penegakan upah layak juga menjadi salah satu isu sosial yang signifikan, terutama di sektor tenaga kerja. Tahap akhir dari rantai nilai, yaitu konsumsi oleh konsumen, menyoroti dampak kesehatan yang berasal dari produk yang dihasilkan. Ini menunjukkan bahwa tanggung jawab keberlanjutan tidak berhenti di tingkat produksi, tetapi juga mencakup dampak yang dirasakan oleh pengguna akhir.

Dalam keseluruhan rantai nilai ini, asesmen materialitas menjadi alat penting untuk mengidentifikasi isu-isu yang paling relevan dan signifikan bagi organisasi serta para pemangku kepentingan. Pendekatan ini memungkinkan organisasi untuk memahami hubungan antara dampak operasional dengan target keberlanjutan mereka, serta membantu mereka dalam merancang strategi mitigasi yang efektif. Dengan memahami dampak di setiap tahap rantai nilai, organisasi dapat lebih proaktif dalam mengelola risiko, meningkatkan efisiensi operasional, dan mendukung pencapaian tujuan keberlanjutan yang lebih luas.

Transformasi pelaporan keberlanjutan juga mencakup pengadopsian standar global seperti IFRS S1 dan IFRS S2, yang dirancang untuk menyediakan informasi konsisten dan dapat dibandingkan terkait risiko dan peluang keberlanjutan. Standar ini memandu organisasi untuk mengintegrasikan dimensi keberlanjutan ke dalam strategi mereka, termasuk manajemen risiko, pengaturan tata kelola, dan penentuan metrik yang relevan. Selain itu, pelaporan keberlanjutan yang efektif tidak hanya memberikan gambaran tentang dampak operasional saat ini, tetapi juga berfungsi sebagai alat perencanaan strategis jangka panjang untuk menghadapi tantangan masa depan.

Peningkatan transparansi dalam pelaporan keberlanjutan memberikan manfaat yang signifikan, baik dari segi internal maupun eksternal. Secara internal, pelaporan ini membantu organisasi untuk mengidentifikasi kelemahan dalam proses operasional dan memperkuat tata kelola yang mendukung keberlanjutan. Secara

Buku ini tidak diperjualbelikan.

eksternal, pelaporan keberlanjutan menjadi alat penting untuk membangun kepercayaan dengan pemangku kepentingan, termasuk masyarakat, pemerintah, dan investor.

Dalam konteks sektor publik, pelaporan ini juga berfungsi sebagai instrumen untuk mendukung kebijakan dan regulasi yang lebih efektif, khususnya yang terkait dengan mitigasi perubahan iklim dan pengelolaan sumber daya. Namun, tantangan dalam pelaporan keberlanjutan tidak dapat diabaikan, terutama dalam menghindari praktik *greenwashing,* yaitu klaim keberlanjutan yang menyesatkan atau tidak didukung oleh data yang valid. Kasus-kasus litigasi seperti yang dialami beberapa perusahaan menunjukkan bahwa ketidakakuratan dalam pelaporan dapat merusak reputasi organisasi dan mengurangi kepercayaan publik. Oleh karena itu, penting bagi organisasi untuk memastikan keakuratan dan keandalan data dalam laporan keberlanjutan mereka, dengan dukungan audit internal yang berperan sebagai pengawas independen. Audit ini memastikan bahwa laporan keberlanjutan sesuai dengan standar internasional dan memenuhi harapan pemangku kepentingan.

Evolusi dalam pembiayaan keberlanjutan juga memberikan peluang baru bagi sektor publik untuk mendukung inisiatif keberlanjutan. Instrumen seperti obligasi hijau, pinjaman terkait keberlanjutan, dan investasi berbasis ESG telah membuka akses ke modal dengan syarat yang mendukung target keberlanjutan. Dengan menggunakan alat-alat ini, organisasi dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi dampak lingkungan, dan mendukung pembangunan sosial. Dalam konteks ini, pelaporan keberlanjutan berfungsi sebagai sarana untuk melacak dan mengomunikasikan dampak dari inisiatif-inisiatif tersebut kepada para pemangku kepentingan.

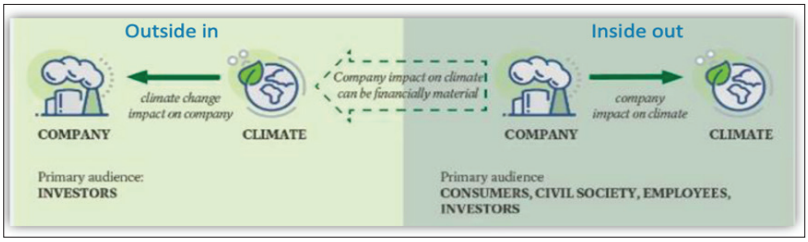
Meskipun pelaporan keberlanjutan memberikan banyak manfaat, implementasinya membutuhkan komitmen yang kuat dari semua tingkat organisasi. Proses ini mencakup pengembangan strategi keberlanjutan yang terintegrasi dengan visi dan misi organisasi, pelibatan pemangku kepentingan, serta penetapan target yang jelas dan terukur. Selain itu, pelaporan keberlanjutan yang efektif harus

Buku ini tidak diperjualbelikan.

mencakup metrik yang relevan untuk mengukur kemajuan, seperti pengurangan emisi gas rumah kaca, peningkatan keanekaragaman hayati, dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Pelaporan keberlanjutan bukan hanya sekadar alat untuk memenuhi persyaratan regulasi, tetapi juga menjadi fondasi bagi organisasi untuk berkontribusi dalam menciptakan masa depan yang lebih berkelanjutan. Dalam menghadapi tantangan global yang semakin kompleks, sektor publik memiliki peran strategis untuk mendorong transformasi keberlanjutan melalui pelaporan yang transparan, akurat, dan relevan. Dengan memanfaatkan standar global dan pendekatan yang inovatif, pelaporan keberlanjutan dapat menjadi katalisator untuk perubahan positif di tingkat lokal maupun global.

Pelaporan keberlanjutan juga membantu organisasi dalam memahami dampak keputusan strategis terhadap pemangku kepentingan, baik di tingkat lokal maupun global. Hal ini mencakup berbagai dimensi, seperti dampak ekonomi pada masyarakat sekitar, dampak lingkungan dari aktivitas operasional, hingga implikasi sosial yang lebih luas, seperti hak asasi manusia dan pemberdayaan masyarakat.



Sumber: Deloitte (2024)

Gambar 3.3 *Inside-Out* dan *Outside-In*

Dengan mengadopsi pendekatan pelaporan yang komprehensif, organisasi sektor publik dapat memastikan bahwa sumber daya dikelola secara bertanggung jawab untuk mendukung keberlanjutan jangka panjang. Pendekatan ini mencakup materialitas *"inside-out"* dan *"outside-in"* yang menghubungkan prioritas internal organisasi dengan dampak eksternal yang signifikan sebagaimana Gambar 3.3.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

B. Integrasi Risiko Iklim dalam Audit Karbon

Audit karbon merupakan elemen kunci dalam upaya global untuk mencapai keberlanjutan, terutama dalam mendukung transisi menuju ekonomi rendah karbon yang sejalan dengan Perjanjian Paris. Dalam hal ini, *Carbon Tracker Initiative* (CTI) telah menyusun metodologi untuk mengintegrasikan risiko iklim ke dalam laporan keuangan dan audit, yang tercakup dalam kerangka *Climate Action 100+ Net Zero Company Benchmark*.

Metodologi ini bertujuan memastikan bahwa risiko perubahan iklim, termasuk dampak dari emisi karbon, dipertimbangkan secara menyeluruh dalam pelaporan perusahaan. Selain itu, pendekatan ini memungkinkan perusahaan untuk memahami implikasi finansial dari transisi menuju emisi nol bersih pada tahun 2050. Kerangka ini juga mengedepankan pentingnya keterkaitan antara laporan keuangan dan audit dengan target keberlanjutan global sehingga meningkatkan transparansi dan akuntabilitas kepada pemangku kepentingan.

Laporan keuangan menjadi instrumen utama dalam mencerminkan bagaimana risiko iklim memengaruhi posisi keuangan perusahaan. Risiko ini mencakup dampak terhadap aset, kewajiban, dan arus kas yang diproyeksikan, misalnya perusahaan dengan aset berbasis bahan bakar fosil dihadapkan pada risiko penurunan nilai akibat pergeseran kebijakan energi global yang lebih mendukung sumber energi terbarukan.

Selain itu, laporan keuangan juga harus mencakup proyeksi biaya teknologi rendah karbon dan estimasi dampak harga karbon pada masa depan. Untuk memastikan keakuratan pengungkapan ini, laporan keuangan perusahaan harus mencantumkan informasi yang jelas tentang asumsi yang digunakan, seperti proyeksi permintaan produk atau dampak regulasi lingkungan yang semakin ketat. Dengan memberikan pengungkapan yang memadai, perusahaan dapat membantu investor memahami dampak risiko iklim terhadap kinerja keuangan mereka.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Peran auditor dalam audit karbon sangat penting dalam menilai sejauh mana perusahaan telah mempertimbangkan risiko iklim dalam laporan keuangan mereka. Auditor bertanggung jawab untuk memastikan bahwa asumsi dan estimasi yang digunakan dalam laporan keuangan mencerminkan realitas risiko yang dihadapi perusahaan. Hal ini mencakup pengujian terhadap proyeksi arus kas, penilaian umur manfaat aset, dan kewajiban pajak tangguhan.

Auditor juga diharapkan untuk mengidentifikasi ketidaksesuaian antara laporan keuangan dan dokumen lain, seperti laporan keberlanjutan atau pengungkapan *Task Force on Climate-related Financial Disclosures* (TCFD). Ketidakkonsistenan dalam pengungkapan ini dapat menimbulkan risiko reputasi bagi perusahaan dan mengurangi kepercayaan pemangku kepentingan, misalnya jika sebuah perusahaan mengklaim komitmen terhadap target emisi nol bersih namun tidak mencerminkannya dalam laporan keuangan, hal ini dapat menunjukkan kelemahan dalam strategi keberlanjutannya.

Pengungkapan karbon dalam laporan keuangan memerlukan analisis sensitivitas untuk mengevaluasi dampak perubahan asumsi iklim terhadap posisi keuangan perusahaan. Analisis sensitivitas ini memberikan informasi tambahan bagi pemangku kepentingan tentang bagaimana berbagai skenario iklim dapat memengaruhi nilai aset dan kewajiban perusahaan. Sebagai contoh, proyeksi harga karbon yang lebih tinggi dapat menimbulkan risiko berupa meningkatnya biaya produksi, terutama bagi perusahaan dengan ketergantungan tinggi pada energi fosil. Kondisi ini berpotensi menekan margin keuntungan di masa depan apabila perusahaan tidak segera melakukan efisiensi energi atau beralih ke sumber energi yang lebih rendah karbon.

Dengan demikian, analisis sensitivitas memungkinkan perusahaan untuk merencanakan strategi mitigasi risiko yang lebih efektif dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Selain itu, analisis ini juga dapat membantu regulator dan auditor untuk menilai apakah pengungkapan karbon dalam laporan keuangan telah memenuhi standar keberlanjutan global.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Keselarasan antara laporan keuangan dan target net zero menjadi aspek penting lainnya dalam audit karbon. Dalam hal ini, perusahaan diharapkan menggunakan asumsi yang konsisten dengan skenario transisi energi global, seperti skenario Net Zero 2050 dari *International Energy Agency* (IEA). Namun, dalam konteks nasional, Indonesia sendiri telah menetapkan target Net Zero Emission pada 2060 atau lebih cepat sehingga perencanaan perusahaan perlu memperhatikan kedua acuan ini secara konsisten. Skenario ini menyediakan pedoman penting bagi perusahaan untuk menghitung proyeksi harga karbon, biaya teknologi rendah karbon, dan permintaan produk yang relevan. Selain itu, penggunaan asumsi yang konsisten dengan skenario ini menunjukkan komitmen perusahaan terhadap keberlanjutan.

Keselarasan ini juga memberikan keyakinan kepada investor bahwa perusahaan memiliki strategi yang memadai untuk menghadapi tantangan transisi energi. Dengan demikian, pengungkapan yang sesuai dengan skenario transisi energi global dapat meningkatkan daya tarik perusahaan di mata investor yang semakin memprioritaskan keberlanjutan dalam keputusan investasi mereka.

Tantangan utama dalam pelaksanaan audit karbon adalah kurangnya data yang kredibel untuk mendukung pelaporan dan pengungkapan karbon secara resmi, baik dalam bentuk pencatatan internal perusahaan maupun pelaporan eksternal kepada pemangku kepentingan. Banyak perusahaan menghadapi kesulitan dalam mengumpulkan data yang akurat dan relevan, terutama dalam mengukur dampak risiko iklim terhadap keuangan mereka. Selain itu, kompleksitas regulasi di berbagai yurisdiksi menambah tantangan dalam mengadopsi standar yang seragam. Dalam konteks ini, kapasitas auditor juga menjadi faktor kritis. Tidak semua auditor memiliki keahlian yang diperlukan untuk menilai risiko iklim secara memadai sehingga diperlukan pelatihan tambahan dan pengembangan keahlian khusus dalam bidang ini. Kolaborasi antara perusahaan, auditor, dan regulator diperlukan untuk mengatasi tantangan ini dan memastikan bahwa pengungkapan karbon dilakukan dengan standar yang tinggi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Terlepas dari tantangan tersebut, audit karbon menawarkan peluang besar untuk meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam pelaporan keuangan. Dengan mengintegrasikan risiko iklim ke dalam laporan keuangan dan audit, perusahaan dapat memberikan informasi yang lebih relevan kepada pemangku kepentingan, termasuk investor, regulator, dan masyarakat. Selain itu, audit karbon juga membantu perusahaan untuk mengidentifikasi dan mengelola risiko iklim secara lebih efektif sehingga mendukung keberlanjutan jangka panjang. Dalam jangka panjang, audit karbon dapat menjadi alat strategis untuk mendukung transisi global menuju ekonomi rendah karbon, sekaligus menciptakan nilai ekonomi yang berkelanjutan. Audit karbon mencerminkan komitmen perusahaan untuk mendukung tujuan keberlanjutan global. Dengan memastikan bahwa risiko dan peluang terkait iklim diidentifikasi, diukur, dan dilaporkan secara memadai, audit karbon tidak hanya meningkatkan kualitas pelaporan keuangan, tetapi juga memperkuat hubungan antara keberlanjutan dan nilai ekonomi.

Oleh karena itu, perusahaan harus terus berupaya untuk meningkatkan praktik pelaporan mereka, sementara regulator dan auditor harus bekerja sama untuk mengembangkan pedoman audit yang lebih komprehensif, misalnya mengacu pada standar internasional seperti IFRS S1 dan S2 atau Global Reporting Initiative (GRI), serta pedoman nasional seperti Peraturan Menteri LHK No. 21 Tahun 2022 tentang Tata Laksana Penerapan Nilai Ekonomi Karbon. Dengan pendekatan yang terintegrasi, audit karbon dapat menjadi instrumen yang efektif untuk menghadapi tantangan perubahan iklim sekaligus mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan.

Audit karbon merupakan salah satu instrumen utama dalam memastikan bahwa risiko iklim dipertimbangkan secara menyeluruh dalam pelaporan keuangan dan proses audit. Pendekatan yang dikembangkan oleh *Carbon Tracker Initiative* dalam kerangka *Climate Action 100+ Net Zero Company Benchmark* menggunakan metodologi berbasis evaluasi kuantitatif dan kualitatif untuk menilai sejauh mana perusahaan mengintegrasikan risiko iklim ke dalam laporan mereka.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Metodologi ini menggunakan sistem evaluasi berbasis *traffic light* dengan kategori "Yes," "No," dan "Partial," yang dirancang untuk mencerminkan sejauh mana perusahaan memenuhi kriteria dalam pelaporan keuangan terkait risiko iklim. Evaluasi ini bertujuan untuk mendorong perusahaan meningkatkan transparansi, akuntabilitas, dan keselarasan antara strategi keberlanjutan mereka dengan target emisi nol bersih pada 2050.

Kerangka evaluasi ini mencakup tiga sub-indikator utama. Sub-indikator pertama menilai sejauh mana laporan keuangan perusahaan mencerminkan dampak material dari risiko iklim. Aspek ini meliputi pengungkapan terkait asumsi keuangan yang relevan, seperti harga karbon, biaya teknologi rendah emisi, serta proyeksi permintaan energi dan produk. Pengungkapan yang memadai memungkinkan pemangku kepentingan memahami dampak perubahan iklim terhadap kinerja keuangan perusahaan, termasuk bagaimana risiko iklim memengaruhi nilai aset dan kewajiban mereka. Perusahaan yang secara konsisten mengintegrasikan risiko iklim dan menyajikan asumsi kuantitatif yang mendalam dianggap telah memenuhi standar terbaik dalam pelaporan ini.

Sub-indikator kedua berfokus pada laporan audit yang harus mencerminkan evaluasi mendalam terhadap risiko iklim. Dalam konteks ini, auditor memainkan peran penting dalam menilai apakah asumsi yang digunakan perusahaan dalam laporan keuangannya selaras dengan risiko iklim yang diidentifikasi. Auditor juga diwajibkan untuk memastikan bahwa tidak terdapat ketidakkonsistenan antara laporan keuangan dan dokumen lainnya, seperti laporan keberlanjutan atau pengungkapan yang dilakukan berdasarkan TCFD (*Task Force on Climate-related Financial Disclosures*). Ketidaksesuaian ini tidak hanya mengurangi kredibilitas laporan, tetapi juga berpotensi menimbulkan risiko reputasi bagi perusahaan.

Sub-indikator ketiga mengevaluasi sejauh mana laporan keuangan perusahaan selaras dengan target emisi nol bersih yang harus dicapai pada 2050. Hal ini mencakup penggunaan asumsi yang relevan dengan skenario transisi energi global, seperti skenario Net

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Zero 2050 dari *International Energy Agency*. Asumsi ini mencakup proyeksi harga karbon, biaya implementasi teknologi mitigasi emisi, dan perubahan permintaan terhadap produk yang terpapar risiko iklim. Selain itu, perusahaan diharapkan menggunakan analisis sensitivitas untuk mengevaluasi dampak berbagai skenario terhadap posisi keuangan mereka sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif kepada investor.

Evaluasi yang dilakukan juga memperhitungkan kesesuaian antara laporan keuangan dengan strategi dan komitmen keberlanjutan perusahaan, misalnya perusahaan yang mengumumkan komitmen terhadap pengurangan emisi karbon di dokumen keberlanjutan mereka harus mencerminkan dampak komitmen tersebut dalam laporan keuangan, seperti dalam proyeksi umur manfaat aset dan estimasi arus kas masa depan. Ketidakmampuan untuk menyelaraskan laporan keuangan dengan strategi keberlanjutan akan dinilai sebagai kelemahan signifikan dalam pengungkapan.

Pendekatan ini mengedepankan pentingnya analisis sensitivitas sebagai alat untuk menilai ketahanan finansial perusahaan terhadap berbagai skenario iklim. Analisis sensitivitas memungkinkan perusahaan menunjukkan bagaimana perubahan dalam harga karbon, kebijakan regulasi, atau permintaan energi dapat memengaruhi posisi keuangan mereka. Dengan menggunakan analisis ini, perusahaan dapat mengidentifikasi risiko potensial secara lebih rinci dan mengembangkan strategi mitigasi yang efektif untuk menghadapi tantangan di masa depan.

Metodologi ini juga memberikan panduan tentang bagaimana perusahaan dapat meningkatkan kualitas laporan mereka melalui pengintegrasian risiko iklim dalam kerangka pelaporan keuangan yang ada. Pendekatan ini tidak hanya mendukung upaya keberlanjutan perusahaan, tetapi juga membantu regulator dan auditor dalam memastikan bahwa laporan keuangan mencerminkan risiko iklim secara memadai. Sebagai bagian dari proses ini, agregasi skor pada setiap sub-indikator memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang tingkat integrasi risiko iklim dalam laporan perusahaan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 3.2 Overall Assessment Audit Karbon

Sub-indicator 1	Sub-indicator 2	Sub-indicator 3	Overall assessment
Y	Y	Y	Partial
Y	Y	Partial	Partial
Y	Y	N	Partial
Y	Partial	Y	Partial
Y	Partial	Partial	Partial
Y	Partial	N	Partial
Y	N	Y	Partial
Y	N	Partial	Partial
Y	N	N	Partial
Partial	Y	Y	Partial
Partial	Y	Partial	Partial
Partial	Y	N	Partial
Partial	Partial	Y	Partial
Partial	Partial	Partial	Partial
Partial	Partial	N	Partial
Partial	N	Y	Partial
Partial	N	Partial	Partial
Partial	N	N	Partial
N	Y	Y	Partial
N	Y	Partial	Partial
N	Y	N	Partial
N	Partial	Y	Partial
N	Partial	Partial	Partial
N	Partial	N	Partial
N	N	Y	Partial
N	N	Partial	Partial
N	N	N	N

Sumber: INTOSAI (2019)

C. Praktik Audit Karbon di Beberapa Negara

Walaupun standar audit karbon secara global belum ada seutuhnya, namun sudah ada beberapa negara atau kawasan yang menyusun standar tersendiri untuk meningkatkan tingkat kepercayaan *stakeholder* atas pengungkapan karbon oleh perusahaan. Beberapa negara tersebut adalah China dan negara-negara anggota Uni Eropa.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1. Audit Karbon di China

Audit karbon di China memainkan peran strategis dalam mendorong kepatuhan terhadap kebijakan emisi karbon, terutama dalam konteks rantai pasokan yang semakin kompleks (Fu et al., 2024). Dalam dokumen ini, fungsi audit karbon tidak hanya dilihat sebagai alat pengawasan, tetapi juga sebagai mekanisme untuk memastikan bahwa rantai pasokan rendah karbon dapat berjalan secara efisien dan bertanggung jawab.

Audit karbon diimplementasikan untuk mengevaluasi sejauh mana pemasok dan produsen mematuhi batas emisi karbon yang telah ditetapkan oleh otoritas regulasi. Selain itu, audit karbon menjadi penting karena mencegah pelanggaran yang dapat mencoreng reputasi perusahaan di mata publik, seperti yang sering terjadi ketika pemasok gagal memenuhi standar emisi tetapi tanggung jawabnya secara tidak adil dibebankan kepada produsen hilir.

Praktik audit karbon di China melibatkan hubungan yang kompleks antara pemasok dan dua atau lebih produsen yang saling bersaing (Fu et al., 2024). Dalam model ini, produsen seringkali menghadapi keputusan strategis: apakah melakukan audit karbon secara mandiri atau bekerja sama dengan produsen lain untuk berbagi hasil audit. Model kolaboratif ini dikenal dengan istilah *carbon audit cooperation* (Fu et al., 2024). Kerja sama semacam ini bertujuan untuk meningkatkan kepatuhan pemasok terhadap regulasi emisi karbon dengan memastikan bahwa setiap pelanggaran yang terdeteksi oleh salah satu produsen akan diketahui oleh seluruh pihak yang bekerja sama. Dengan cara ini, kerja sama audit karbon berfungsi sebagai pencegah kuat terhadap pelanggaran emisi oleh pemasok.

Dampak audit karbon terhadap lingkungan sangat dipengaruhi oleh dua efek utama, yaitu *free-riding effect* dan *amplifying effect* (Fu et al., 2024). Efek pertama, *free-riding*, memungkinkan salah satu produsen mendapatkan manfaat dari hasil audit tanpa harus menginvestasikan sumber daya yang signifikan dalam proses audit. Namun, efek ini dapat mengurangi insentif bagi produsen lain untuk meningkatkan standar audit mereka, yang pada gilirannya dapat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

melemahkan kepatuhan pemasok terhadap regulasi emisi karbon. Sebaliknya, *amplifying effect* memperkuat dampak audit karbon dengan memastikan bahwa pelanggaran yang terdeteksi oleh satu produsen akan mengarah pada sanksi dari seluruh produsen yang bekerja sama. Efek ini memberikan tekanan lebih besar kepada pemasok untuk meningkatkan kepatuhan mereka terhadap standar emisi karbon.

Meskipun audit karbon kolaboratif memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi proses audit, ia juga membawa tantangan yang signifikan. Dalam beberapa kasus, kerja sama antara produsen justru dapat mendorong pemasok untuk mengurangi tingkat kepatuhan mereka terhadap regulasi karbon. Fenomena ini terjadi ketika *free-riding effect* lebih dominan daripada *amplifying effect*. Selain itu, meskipun kerja sama ini dapat mengurangi biaya audit bagi masing-masing produsen, ia juga dapat memperburuk ketergantungan produsen pada mekanisme audit pihak lain, yang pada akhirnya dapat mengurangi efektivitas keseluruhan sistem audit.

Dari perspektif pemasok, audit karbon sering kali dianggap sebagai beban finansial karena biaya untuk memenuhi standar emisi karbon dapat sangat tinggi. Namun, kerja sama audit karbon antara produsen dapat menciptakan insentif tambahan bagi pemasok untuk meningkatkan tingkat kepatuhan mereka. Sebagai contoh, produsen dapat menawarkan skema insentif yang memberikan penghargaan kepada pemasok yang berhasil mematuhi standar audit karbon atau mengenakan denda bagi pemasok yang gagal mematuhi. Mekanisme insentif ini berfungsi sebagai alat untuk menyeimbangkan biaya kepatuhan dengan manfaat jangka panjang bagi pemasok dan lingkungan.

Kerja sama audit karbon juga memiliki implikasi terhadap struktur persaingan di pasar. Ketika produsen bekerja sama dalam audit karbon, mereka dapat mengurangi biaya operasional secara signifikan, yang pada akhirnya meningkatkan daya saing mereka. Namun, kerja sama ini juga dapat menciptakan potensi konflik, terutama jika salah satu produsen merasa bahwa beban dan manfaat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dari kerja sama ini tidak didistribusikan secara adil. Oleh karena itu, keberhasilan audit karbon kolaboratif sangat bergantung pada desain mekanisme kerja sama yang adil dan transparan.

2. Audit Karbon di Eropa

Audit karbon di Eropa memiliki fungsi strategis yang berperan penting dalam mendorong keberlanjutan korporasi dan memastikan bahwa perusahaan memenuhi standar yang terkait dengan kinerja lingkungan, sosial, dan tata kelola (ESG). Eropa telah lama menjadi pelopor dalam advokasi keberlanjutan global, yang tecermin melalui inisiatif seperti "*European Green Deal*" yang bertujuan untuk mencapai netralitas iklim pada 2050 (Zahid et al., 2022). Audit karbon di Eropa membantu perusahaan mematuhi kerangka regulasi ini dengan memastikan pelaporan ESG yang akurat, transparan, dan relevan bagi para pemangku kepentingan.

Fungsi audit karbon, khususnya yang dilakukan oleh perusahaan audit ternama seperti "Big Four," adalah untuk menjamin bahwa informasi yang disampaikan dalam laporan keberlanjutan tidak hanya valid, tetapi juga terintegrasi dengan laporan keuangan perusahaan. Hal ini penting karena ESG bukan lagi praktik opsional melainkan komponen kunci yang berdampak pada daya saing perusahaan di pasar global.

Dalam praktiknya, audit karbon di Eropa berfungsi sebagai alat utama untuk mengurangi asimetri informasi antara manajemen dan pemangku kepentingan, termasuk investor, konsumen, dan regulator (Zahid et al., 2022). Proses audit ini mencakup verifikasi data ESG perusahaan, termasuk pengungkapan emisi karbon, pengelolaan limbah, efisiensi energi, serta dampak sosial dan tata kelola lainnya. Auditor berkualitas tinggi, seperti yang berasal dari Big Four, memainkan peran penting dalam memastikan bahwa laporan ESG mencerminkan kinerja sebenarnya dan tidak menjadi alat manipulasi informasi untuk kepentingan manajemen.

Praktik audit yang kuat juga mencegah perilaku oportunistik dalam pengungkapan ESG, terutama ketika biaya untuk memenuhi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

target keberlanjutan yang tinggi dapat mengurangi keuntungan jangka pendek perusahaan. Sebaliknya, audit yang berkualitas tinggi dapat mendorong kepercayaan pasar terhadap perusahaan yang berfokus pada keberlanjutan, meningkatkan reputasi, dan menarik lebih banyak investor yang peduli lingkungan.

Hubungan antara audit karbon, ESG, dan kinerja keuangan perusahaan (CFP) di Eropa telah menjadi topik penelitian yang penting. Studi empiris yang dilakukan Zahid et al. (2022) menunjukkan bahwa sementara pelaporan ESG dapat meningkatkan reputasi perusahaan dan pendapatan melalui peningkatan kepercayaan pelanggan, hal ini juga dapat menjadi beban biaya yang signifikan. Temuan menunjukkan bahwa ESG memiliki dampak negatif pada kinerja historis, seperti *Return on Assets* (ROA), tetapi memiliki dampak positif yang signifikan terhadap pendapatan perusahaan.

Temuan ini mencerminkan bahwa meskipun biaya pelaksanaan ESG dapat mengurangi profitabilitas jangka pendek, strategi keberlanjutan yang baik meningkatkan pendapatan melalui loyalitas konsumen dan keunggulan kompetitif. Hasil ini menunjukkan adanya *trade-off* antara biaya jangka pendek dan manfaat jangka panjang dari investasi ESG, di mana audit karbon berfungsi sebagai pengimbang untuk memastikan pelaksanaan yang efisien dan efektif.

Audit karbon yang dilakukan oleh Big Four terbukti memiliki efek moderasi yang signifikan terhadap hubungan ESG-CFP, misalnya ketika perusahaan yang memiliki skor ESG tinggi diaudit oleh Big Four, terdapat peningkatan kepercayaan dari pemangku kepentingan terhadap keandalan data yang diungkapkan, meskipun ini dapat meningkatkan biaya audit perusahaan. Penelitian menunjukkan bahwa perusahaan yang diaudit oleh Big Four menunjukkan kinerja pendapatan yang lebih baik dibandingkan perusahaan lain karena reputasi auditor memberikan kredibilitas tambahan pada laporan mereka. Namun, ada tantangan dalam implementasi audit karbon di Eropa, salah satunya biaya audit yang tinggi, yang menjadi beban bagi perusahaan kecil dan menengah. Selain itu, integrasi data ESG

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dengan laporan keuangan masih menjadi tantangan teknis mengingat kompleksitas dalam pengukuran dan pelaporan metrik keberlanjutan.

Penerapan audit karbon juga memiliki implikasi strategis bagi perusahaan. Dengan menggunakan audit karbon untuk meningkatkan tata kelola dan transparansi, perusahaan dapat mengurangi risiko hukum, meningkatkan efisiensi operasional, dan memperkuat hubungan dengan investor yang peduli pada keberlanjutan. Audit karbon membantu perusahaan mengidentifikasi area yang membutuhkan perbaikan, baik dalam proses internal maupun strategi keberlanjutan mereka, misalnya data yang diaudit memungkinkan manajemen untuk mengambil keputusan berbasis bukti yang lebih akurat, seperti mengurangi emisi karbon atau meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Hal ini penting untuk mendukung agenda keberlanjutan yang lebih luas, terutama di Eropa yang memiliki standar keberlanjutan yang ketat.

Keberhasilan audit karbon di Eropa juga sangat tergantung pada kerangka regulasi yang terus berkembang. Regulasi seperti EU Non-Financial Reporting Directive telah mendorong perusahaan untuk memberikan laporan keberlanjutan yang lebih komprehensif dan terverifikasi. Selain itu, inisiatif seperti taksonomi keberlanjutan UE memberikan panduan tentang aktivitas ekonomi yang dapat dianggap berkontribusi terhadap tujuan keberlanjutan. Dengan demikian, audit karbon berperan sebagai jembatan antara kepatuhan regulasi dan pengambilan keputusan strategis perusahaan. Dengan memastikan bahwa laporan ESG sesuai dengan kerangka kerja ini, audit karbon memungkinkan perusahaan untuk memanfaatkan keuntungan kompetitif di pasar yang semakin berorientasi pada keberlanjutan.

BAB IV

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



PERSPEKTIF EKONOMI DAN SOSIAL AUDIT KARBON

A. Dampak Ekonomi dan Sosial Audit Karbon

terhadap Keberlanjutan

Arens et al. (2017) mendefinisikan audit sebagai suatu proses pengumpulan dan evaluasi bukti tentang informasi untuk menentukan dan melaporkan derajat kesesuaian antara informasi dengan standar yang ditetapkan sebagai acuan. Dalam konteks karbon, audit diperlukan sebagai mekanisme verifikasi untuk memastikan bahwa tindakan perusahaan sejalan dengan peraturan dan standar yang berlaku. Pengumpulan dan evaluasi bukti yang dilakukan berbasis kinerja dan laporan keuangan. Di Indonesia, saat ini implementasi audit kinerja terkait karbon telah dilakukan BPK sebagai upaya meningkatkan kualitas lingkungan hidup. Sementara itu, audit laporan keuangan secara global diatur dalam IFRS S1 dan S2 oleh ISSB, meskipun penerapannya masih bersifat sukarela.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Urgensi audit karbon memiliki dampak yang luas terhadap dinamika kehidupan. Tidak hanya berdampak internal kepada perusahaan, pihak eksternal juga menerima konsekuensi dari keberadaan audit, baik secara langsung ataupun tidak langsung. Hasil studi KPMG pada tahun 2020 menunjukkan bahwa 80% investor global mempertimbangkan informasi lingkungan, sosial, dan tata kelola (ESG) dalam keputusan investasi mereka, menekankan pentingnya mekanisme audit karbon sebagai daya tarik bagi investor untuk menanamkan modalnya. Negara dengan kerangka audit yang kuat memiliki kondisi perekonomian yang lebih baik, dicerminkan dari nilai PDB yang lebih tinggi. Kondisi tersebut terwujud ketika sektor swasta dan publik berkolaborasi dalam menetapkan standar akuntansi dan profesionalisme audit internal tinggi (Abdolmohammadi & Tucker, 2002). Melihat dampak audit tersebut, kinerja terhadap lingkungan yang dilakukan oleh perusahaan atau organisasi berdampak secara agregat terhadap perekonomian suatu negara.

Selain dampak ekonomi, audit karbon juga secara pasti memberikan dampak terhadap kehidupan sosial bermasyarakat. Karbon sebagai objek audit merupakan salah satu bagian dari lingkungan yang berdampak luas terhadap kehidupan. Studi World Bank (2023) terkait "State and Trends of Carbon Pricing 2023" yang menunjukkan bahwa pengurangan emisi karbon melalui kebijakan yang efektif dapat mengurangi risiko kesehatan akibat polusi udara, seperti penyakit pernapasan, yang sering kali lebih banyak dialami oleh kelompok rentan dalam Masyarakat. Berdasarkan hasil studi tersebut, kehadiran audit karbon memiliki dampak signifikan terhadap harapan hidup manusia.

Sebagai instrumen vital, audit karbon tidak hanya menjadi alat evaluasi, tetapi juga pendorong perubahan sistemik dalam praktik bisnis dan kebijakan publik. Dalam ranah ekonomi, audit karbon mendukung efisiensi operasional dan mendorong investasi hijau secara garis besar. Sementara dalam konteks sosial, audit karbon meningkatkan transparansi dan akuntabilitas organisasi terhadap masyarakat.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Audit karbon sangat diperlukan dalam memajukan keberlanjutan dengan mempromosikan akuntabilitas, mendukung tujuan iklim strategis, dan memungkinkan pengambilan keputusan yang tepat untuk mengelola dan mengurangi emisi secara efektif. Secara umum, audit karbon berkontribusi pada pengambilan keputusan yang lebih baik dengan menyediakan data kuantitatif tentang emisi yang mendukung efisiensi dan inovasi energi (Tang & Luo, 2012).

Integrasi audit karbon ke dalam kebijakan juga memastikan keselarasan target iklim global dengan pertumbuhan ekonomi negara sekaligus meningkatkan upaya keberlanjutan organisasi dan masyarakat. Pada bab ini menyoroti manfaat sekaligus tantangan implementasi audit karbon dari perspektif ekonomi dan sosial.

B. Audit Karbon dalam Pengurangan Risiko Finansial

Aturan internasional berkaitan dengan audit karbon memiliki dampak yang tak kasat mata. Paris Agreement, yang menggantikan Kyoto Protocol terkait kebijakan karbon global, menekankan pada kolaborasi dan fleksibilitas seluruh negara dalam mencapai target karbon. Dengan usaha mendorong adanya kerja sama yang lebih masif, Paris Agreement tidak secara tersurat menyebutkan dampak dari ketidaktaatan dalam usaha penurunan karbon. Berbanding terbalik dengan Kyoto Protocol, aturan sebelumnya justru menyebutkan bahwa ketidaktaatan negara keikutsertaan Kyoto Protocol memiliki konsekuensi yang mengikat. Pasal 18 Kyoto Protokol menyebutkan bahwa:

> "*The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall, at its first session, approve appropriate and effective procedures and mechanisms to determine and to address cases of non-compliance with the provisions of this Protocol, including through the development of an indicative list of consequences, taking into account the cause, type, degree and frequency of non-compliance. Any procedures and mechanisms under this Article entailing binding consequences shall be adopted by means of an amendment to this Protocol.*"

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kyoto Protocol memberikan kerangka untuk menangani ketidakpatuhan. Implementasi sanksi bergantung pada keputusan yang diambil oleh Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to this Protocol (CMP) setelah perjanjian Kyoto Protokol berlaku. Meskipun tidak diatur secara tegas, dampak ketidakpatuhan terhadap Paris Agreement justru memiliki dampak yang lebih luas.

Studi yang dilakukan Zhang et al. (2017) menunjukkan bahwa ketidakpatuhan terhadap Paris Agreement merusak kepercayaan dan kerja sama antarnegara. Kondisi tersebut menimbulkan tantangan bagi pendanaan dan penerapan strategi mitigasi global. Hal tersebut pada akhirnya memperburuk defisit kepemimpinan dalam tata kelola iklim dan mengurangi kemauan politik negara-negara lain untuk mempertahankan komitmen mereka.

Di Indonesia, secara formil aturan karbon nasional mengatur bahwa pihak yang tidak menaati kesepakatan yang diatur maka akan dikenakan sanksi administratif. Sebagai contoh, Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Target Kontribusi yang Ditetapkan secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pembangunan Nasional menyebutkan dalam Pasal 70 bahwa:

> "Pelaku Usaha yang tidak melaksanakan kewajiban pencatatan dan pelaporan pelaksanaan Aksi Mitigasi Perubahan Iklim, Aksi Adaptasi Perubahan Iklim, penyelenggaraan NEK, dan sumber daya perubahan iklim pada SRN PPI sebagaimana dimaksud dalam Pasal 69 ayat (1) dikenakan sanksi administrasi."

Sanksi yang diberikan dalam bentuk: (i) teguran tertulis; (ii) paksaan pemerintah; (iii) denda administratif; (iv) pembekuan Sertifikat Pengurangan Emisi GRK; hingga (v) pencabutan Sertifikat Pengurangan Emisi GRK.

Berdasarkan kedua sanksi tersebut, audit karbon memiliki peran penting dalam memastikan kepatuhan perusahaan terhadap kebijakan karbon untuk menghindari potensi *opportunity cost* yang jauh lebih besar. Tujuannya adalah menghindari sanksi finansial yang berlaku

Buku ini tidak diperjualbelikan.

secara nasional maupun internasional, seperti Paris Agreement. Implikasi jangka panjang yang signifikan dari aturan yang berlaku akan membebani perusahaan jauh lebih besar daripada mengalokasikan dana untuk melakukan audit karbon. Melalui mekanisme audit karbon yang terstruktur, perusahaan dapat memastikan kepatuhan, mengurangi risiko sanksi, dan berkontribusi pada stabilitas kerja sama internasional.

Audit karbon secara berkala memastikan kepatuhan perusahaan terhadap regulasi lingkungan sehingga meminimalkan potensi litigasi emisi karbon. Kasus perusahaan yang menerima dampak litigasi karbon adalah antara kelompok Milieudefensie/Friends of the Earth Netherlands dan Royal Dutch Shell plc. Kasus diawali karena ada indikasi yang ditemukan bahwa kontribusi Shell terhadap perubahan iklim melanggar kewajiban hukum dan hak asasi manusia berdasarkan hukum Belanda. Para penggugat meminta pengadilan untuk memaksa Shell mengurangi emisi karbon dioksida (CO_2) sebesar 45% pada tahun 2030 dibandingkan tingkat tahun 2019, dan mencapai netralitas karbon pada tahun 2050, sejalan dengan Perjanjian Paris. Gugatan tersebut dilandaskan pada Pasal 6 ayat 162 Kitab Undang-Undang Hukum Perdata Belanda dan Pasal 2 dan 8 Konvensi Eropa tentang Hak Asasi Manusia (ECHR), yang menjamin hak atas kehidupan dan perlindungan kehidupan pribadi, keluarga, serta lingkungan (District Court of The Hague, 2021).

Pada 12 November 2024, Pengadilan Banding Den Haag menguatkan bahwa Shell memiliki kewajiban hukum untuk mencegah perubahan iklim yang berbahaya berdasarkan tiga cakupan yang dituntut: (i) emisi langsung; (ii) emisi tidak langsung dari energi; dan (iii) emisi tidak langsung lainnya. Namun, pengadilan menolak penetapan target pengurangan emisi spesifik sebesar 45% pada tahun 2030. Kasus tersebut menjadi tonggak pentingnya dalam menghubungkan tanggung jawab perusahaan terhadap perubahan iklim dengan hukum hak asasi manusia dan perdata. Yang digarisbawahi tidak hanya pemerintah, tetapi perusahaan juga memiliki peran penting dalam memitigasi perubahan iklim (Court of Appeal of The Hague, 2024).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Perusahaan yang secara konsisten melakukan audit karbon dan menunjukkan komitmen terhadap pengurangan emisi juga cenderung lebih menarik bagi investor yang berfokus pada *environmental, social, and governance* (ESG). Jika sanksi dari Paris Agreement diterjemahkan ke dalam bahasa yang positif, kepatuhan terhadap kebijakan karbon akan mendatangkan potensi kerja sama secara global. Audit karbon yang efektif memberikan transparansi mengenai jejak karbon perusahaan, memungkinkan investor menilai risiko lingkungan dan keberlanjutan operasional.

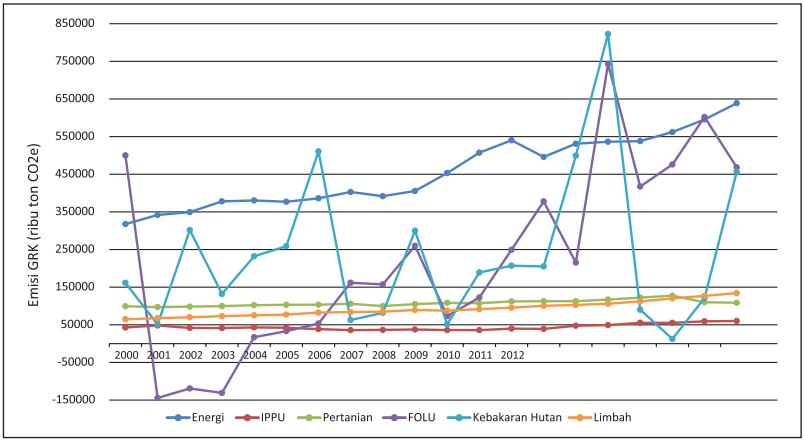
1. Efisiensi Operasional

Keberadaan aturan terkait karbon belum secara signifikan menurunkan jumlah emisi GRK yang ada di Indonesia. Berdasarkan data BPS selama 20 tahun (2000–2019), kecenderungan emisi GRK justru menunjukkan peningkatan. Total di tahun 2019 telah meningkat hingga 57,35% dibandingkan emisi tahun 2000. Secara detail, kontribusi sektor terhadap emisi GRK ditunjukkan dalam Gambar 4.1. Tren menunjukkan bahwa GRK yang disebabkan oleh sektor energi terus mengalami pertumbuhan dan menjadi yang tertinggi di tahun 2019. GRK yang berasal dari energi telah tumbuh 101,13% di tahun 2019. Sementara itu, sektor pertanian, sumber dari limbah usaha, serta proses industri dan penggunaan produk (IPPU). Sumber GRK yang berasal dari kebakaran hutan serta pemanfaatan hutan dan penggunaan lahan (FOLU) mengalami fluktuasi yang signifikan selama 20 tahun tersebut. FOLU bahkan sempat mengalami reduksi emisi selama 2001–2003 (BPS, 2026).

Dengan fokus global saat ini terhadap keberlanjutan, harapannya tren emisi GRK di Indonesia dapat segera mengalami penurunan. Jika dicermati secara mendetail serta mengaitkan antara satu aturan dan aturan lainnya, target utama dari kebijakan reduksi karbon saat ini adalah untuk mendorong penggunaan teknologi ramah lingkungan. Teknologi ramah lingkungan mencakup energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan biomassa, serta inovasi dalam efisiensi energi dan proses industri rendah karbon. Kebijakan yang disusun pemerintah

Buku ini tidak diperjualbelikan.

saat ini seperti insentif pajak untuk energi hijau, perdagangan karbon, dan subsidi untuk inovasi teknologi hijau bertujuan mempercepat transisi menuju ekonomi rendah karbon.



Sumber: BPS (2026)

Gambar 4.1 Tren Emisi GRK Berdasarkan Jenis Sektor

Teknologi ramah lingkungan, yang sering disebut sebagai teknologi hijau, merupakan inovasi dan sistem yang dirancang untuk meminimalkan kerusakan lingkungan sekaligus mendorong keberlanjutan. Teknologi ini bertujuan untuk mengurangi konsumsi sumber daya, mengurangi polusi, dan melestarikan ekosistem. Teknologi ramah lingkungan berasal dari sinergi dari inovasi pengetahuan, kolaborasi, dan optimalisasi sumber daya. Upaya tersebut menjadi cakupan dalam biaya riset dan pengembangan yang dimiliki oleh perusahaan. Studi yang dilakukan oleh (Rauf et al., 2024) menunjukkan bahwa investasi perusahaan untuk riset dan pengembangan teknologi ramah lingkungan memiliki kontribusi positif terhadap kinerja keberlanjutan perusahaan tersebut. Studi tersebut juga menunjukkan bahwa pentingnya keberadaan pelaporan ESG, di mana perusahaan yang secara aktif melaporkan inisiatif ESG-nya cenderung memiliki dampak yang lebih besar dari investasi riset dan pengembangan teknologi hijau terhadap *output* inovasi hijau.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Mengadopsi teknologi ramah lingkungan menjadi sinyal positif untuk meningkatkan efisiensi biaya melalui optimalisasi penggunaan sumber daya, mengurangi limbah, dan mendorong inovasi. Namun, tingginya biaya investasi awal mendorong perlunya kebijakan dan insentif yang mendukung pemanfaatan teknologi hijau oleh perusahaan. Kombinasi regulasi yang efektif dapat meningkatkan efisiensi biaya dan inovasi secara signifikan (Zhang et al., 2021). Penelitian yang dilakukan Vlist & Folmer (2009) terhadap perusahaan di Belanda menunjukkan bahwa perusahaan yang menerapkan teknologi modern dan ramah lingkungan memiliki efisiensi teknis yang lebih tinggi dibandingkan dengan perusahaan tradisional. Penerapan teknologi tersebut menghasilkan pengurangan konsumsi energi dan air yang signifikan, yang berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dan penghematan biaya.

Dalam mencapai efisiensi operasional melalui pemanfaatan teknologi hijau, audit karbon menjadi langkah strategis perusahaan untuk memastikan ketercapaiannya. Dengan mengidentifikasi sumber emisi utama, audit karbon membantu perusahaan merumuskan kebijakan dan menerapkan teknologi ramah lingkungan yang tidak hanya mengurangi jejak karbon, tetapi juga menghemat biaya operasional secara signifikan. Dalam jangka panjang, audit karbon menjadi katalis untuk mentransformasi operasi tradisional perushaan menuju operasi yang lebih berkelanjutan dan kompetitif di era ekonomi hijau.

2. Dampak pada Harga Pasar

Studi yang dilakukan Shen et al. (2020)it also aims to respond to the recent calls, so as to investigate the firm value relevance of the carbon management practices. The findings from this study contribute to the literature that is based on the corporate responses to climate change initiatives. Centered on a sample of S&P 500 firms, from the year 2011–2018 (1780 firm-year observations menemukan korelasi antara praktik karbon dan nilai pasar perusahaan. Dengan mengambil sampel dari perusahaan S&P 500, jaminan karbon eksternal, yaitu

Buku ini tidak diperjualbelikan.

proses verifikasi dan penilaian independen yang dilakukan oleh pihak ketiga untuk memastikan kredibilitas data emisi dan klaim pengurangan karbon perusahaan, memiliki efek positif paling signifikan terhadap nilai pasar perusahaan, yang berkontribusi terhadap peningkatan sekitar 10%. Selain jaminan karbon tersebut, penetapan target pengurangan karbon dan komunikasi inisiatif karbon yang dilakukan oleh perusahaan juga memengaruhi sentimen pasar. Kedua hal tersebut meningkatkan nilai pasar meskipun pada tingkat yang lebih rendah dibandingkan dengan jaminan eksternal.

Dari temuan tersebut, kebijakan perusahaan yang berkaitan dengan pengelolaan karbon, dalam hal ini adalah jaminan karbon eksternal, berfungsi sebagai sinyal kredibel kepada para pemangku kepentingan mengenai komitmen perusahaan terhadap tanggung jawab lingkungan, pada akhirnya dapat meningkatkan nilai pasar. Sejalan dengan studi diatas, Han et al. (2023) juga mengeksplorasi hubungan antara kebijakan karbon, dalam hal ini adalah jumlah emisi dan pengungkapan karbon, terhadap nilai perusahaan di Taiwan.

Berbeda dengan studi Shen, pengungkapan karbon di Taiwan tidak menunjukkan hubungan signifikan dengan nilai perusahaan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa investor Taiwan kurang memperhatikan informasi pengungkapan karbon dalam keputusan investasi mereka. Dari perbedaan hasil antara kedua studi tersebut menunjukkan bahwa persepsi investor terhadap tanggung jawab sosial perusahaan, khususnya terkait emisi karbon, dapat berbeda secara signifikan antar negara.

Berdasarkan studi tersebut, urgensi terhadap audit karbon sebagai elemen penting dalam mewujudkan efektivitas praktik manajemen karbon dan memperkuat dampak positif kebijakan perdagangan karbon. Melalui audit karbon, perusahaan dapat meningkatkan kredibilitas dan transparansi dalam pelaporan emisinya. Langkah tersebut tidak hanya memperkuat kepercayaan pemangku kepentingan, tetapi juga membuka peluang untuk meningkatkan nilai pasar perusahaan. Selain itu, audit karbon berfungsi sebagai alat untuk memantau pencapaian target pengurangan emisi yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

telah ditetapkan oleh perusahaan maupun pemerintah. Dengan melibatkan audit, perusahaan dapat memastikan bahwa kebijakan dan praktik pengelolaan karbon tetap sejalan dengan tujuan ekonomi dan lingkungan.

Bagi pembuat kebijakan, audit karbon dapat membantu dalam memperluas cakupan skema perdagangan karbon secara strategis sehingga manfaatnya dapat dirasakan oleh lebih banyak sektor dan wilayah. Dalam konteks tersebut, audit karbon menjadi instrumen yang mendukung pemantauan dan penyesuaian kebijakan secara berkelanjutan untuk menjamin efektivitas implementasinya. Integrasi audit karbon ke dalam strategi manajemen karbon dan kebijakan perdagangan karbon menjadi langkah strategis untuk mencapai tujuan keberlanjutan jangka panjang.

Audit karbon secara tidak langsung membantu perusahaan untuk meningkatkan profitabilitas dan daya saing. Peningkatan kinerja keuangan ini sering kali tecermin dalam peningkatan nilai pasar perusahaan, karena investor cenderung menghargai perusahaan yang menunjukkan kinerja keuangan yang kuat dan komitmen terhadap keberlanjutan lingkungan. Lebih lanjut, implementasi audit karbon mempersiapkan perusahaan untuk menghadapi regulasi lingkungan yang semakin ketat dan permintaan pasar yang meningkat akan praktik bisnis berkelanjutan. Perusahaan yang proaktif dalam mengelola emisi karbon dan mematuhi standar lingkungan cenderung lebih siap menghadapi risiko regulasi dan reputasi, yang dapat memengaruhi nilai pasar mereka. Audit karbon tidak hanya membantu perusahaan memenuhi kewajiban hukum dan etika, tetapi juga berkontribusi pada stabilitas dan pertumbuhan nilai pasar jangka panjang.

3. Peran Audit Karbon dalam Perdagangan Karbon

Paris Agreement secara tersurat menyebutkan mekanisme perdagangan karbon sebagai salah satu upaya untuk mencapai target penurunan setiap negara. Hal tersebut diatur dalam Pasal 6 ayat 2 yang berbunyi:

> "*Parties shall, where engaging on a voluntary basis in cooperative approaches that involve the use of internationally*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

transferred mitigation outcomes towards nationally determined contributions, promote sustainable development and ensure environmental integrity and transparency, including in governance, and shall apply robust accounting to ensure, inter alia, the avoidance of double counting, consistent with guidance adopted by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Agreement."

Dalam pasal tersebut disebutkan bahwa negara dalam melibatkan pendekatan kooperatif untuk melakukan transfer hasil mitigasi secara internasional. Sebagai pendukung kebijakan tersebut, Paris Agreement juga menambahkan ketentuan bahwa seluruh mekanisme yang digunakan dalam rangka mencapai tujuan karbon, termasuk di dalamnya perdagangan karbon, perlu melalui serangkaian mekanisme pengukuran, pelaporan, dan verifikasi yang disebut MRV. Paris Agreement mengikuti prinsip yang digunakan dalam Kyoto Protokol untuk mekanisme seperti CDM dan JI yang mewajibkan kehadiran auditor eksternal untuk memastikan keberlangsungan proyek pengurangan emisi yang dilakukan. Hal tersebut diatur secara tersirat dalam Pasal 6 ayat 4 yang berbunyi:

"*A mechanism to contribute to the mitigation of greenhouse gas emissions and support sustainable development is hereby established under the authority and guidance of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Agreement for use by Parties on a voluntary basis. It shall be supervised by a body designated by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Agreement, and shall aim: (a) To promote the mitigation of greenhouse gas emissions while fostering sustainable development; (b) To incentivize and facilitate participation in the mitigation of greenhouse gas emissions by public and private entities authorized by a Party; (c) To contribute to the reduction of emission levels in the host Party, which will benefit from mitigation activities resulting in emission reductions that can also be used by another Party to fulfil its nationally determined contribution; and (d) To deliver an overall mitigation in global emissions.*"

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Di Indonesia sendiri sudah terdapat 2 (dua) aturan yang mewajibkan proses audit untuk mekanisme perdagangan karbon. *Pertama*, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) No. 21 Tahun 2022 tentang Tata Laksana Penerapan Nilai Ekonomi Karbon. Peraturan tersebut mengatur mekanisme MRV emisi GRK yang menjadi dasar dalam perdagangan karbon. Proses MRV ini mencakup audit karbon untuk memastikan keakuratan data emisi dan pengurangan emisi yang dilaporkan. *Kedua*, Peraturan Otoritas Jasa Keuangan (POJK) No. 14 Tahun 2023 tentang Perdagangan Karbon melalui Bursa Karbon. Aturan tersebut menetapkan bahwa Unit Karbon yang diperdagangkan harus terlebih dahulu terdaftar di Sistem Registri Nasional Pengendalian Perubahan Iklim (SRN-PPI) dan Penyelenggara Bursa Karbon. Proses pendaftaran ini memerlukan verifikasi dan validasi data emisi, yang pada praktiknya melibatkan audit karbon untuk memastikan integritas dan keandalan data yang digunakan dalam perdagangan karbon.

Implementasi praktik karbon yang sesuai aturan membawa dampak positif bagi perekonomian negara secara makro. Penelitian yang dilakukan Zhang et al. (2019) untuk kebijakan perdagangan karbon di Tiongkok menemukan fakta bahwa penerapan skema tersebut berdampak signifikan dalam nilai tambah industri hingga meningkat 73,76%. Korelasi positif tersebut menunjukkan bahwa mekanisme berbasis pasar tersebut dapat mendorong pembangunan ekonomi berkelanjutan. Selain itu, mekanisme berbasis pasar juga memiliki manfaat ganda, yaitu meningkatkan kinerja ekonomi di sektor industri sekaligus mengurangi emisi karbon secara efektif.

Selain meningkatkan nilai tambah industri, mekanisme perdagangan karbon juga mendorong perputaran ekonomi dalam skala yang besar. Studi kasus pada mekanisme perdagangan karbon di Tiongkok yang dilakukan oleh Liu et al. (2018) memprediksi bahwa volume perdagangan karbon akan mencapai 189,91 Mt pada tahun 2030 di Tiongkok. Liu memperkirakan bahwa harga karbon yang diperdagangkan akan mencapai US$164,64 per tCO_2 dengan sektor utama yang menjadi supplier terbesar adalah sektor peleburan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

logam dan pembeli terbesar berasal dari sektor pembangkit listrik. Dengan menggunakan metode *computable general equilibrium* (CGE), Liu mengklaim bahwa perdagangan karbon berpotensi membantu Tiongkok mencapai target NDC Paris Agreement.

Krusialnya perdagangan karbon dalam ekonomi keberlanjutan mendorong audit karbon hadir untuk memastikan keberlangsungan dan kredibilitas perdagangan karbon, khususnya di Indonesia, mengingat pentingnya transparansi dan akuntabilitas dalam pengelolaan emisi karbon. Dengan berbagai regulasi yang telah diberlakukan, seperti Peraturan Presiden No. 98 Tahun 2021 tentang Nilai Ekonomi Karbon (NEK), audit karbon dapat menjadi alat untuk memverifikasi data emisi, menghindari manipulasi, serta memastikan bahwa transaksi karbon benar-benar berdampak pada pengurangan emisi.

Bukti hasil studi di Tiongkok menunjukkan bahwa integritas perdagangan karbon bergantung pada sistem audit yang solid, yang tidak hanya mendukung penetapan harga karbon yang wajar, tetapi juga mendorong investasi di sektor hijau. Indonesia perlu meningkatkan perhatian pada audit karbon, baik melalui pengembangan kapasitas teknis maupun penegakan regulasi, agar pasar karbon domestik dapat tumbuh secara berkelanjutan dan berdaya saing di tingkat global.

4. Tantangan Ekonomi dalam Pelaksanaan Audit Karbon

Segala keuntungan yang berdampak terhadap perekonomian sebagai implikasi penerapan kebijakan karbon sesuai dengan regulasi yang berlaku memiliki tantangan tersendiri. Implementasi audit karbon memiliki beberapa hambatan dalam mewujudkan kebijakan karbon yang transparan sebagaimana dijelaskan di bawah ini.

Pertama, biaya implementasi audit karbon yang tinggi. Berdasarkan praktik audit karbon di UE, rata-rata biaya yang perlu dialokasikan perusahaan untuk melakukan audit karbon sekitar Rp100 juta. D-Carbonize UE menyebutkan bahwa biaya untuk melakukan audit karbon berkisar antara €2,000 to €10,000 (D-Carbonize, n.d.).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Jika dirupiahkan, nilainya berkisar Rp33–167 juta. Variasi biaya tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti ukuran perusahaan dan kompleksitas aktivitasnya. Tingginya biaya audit karbon sangat dipengaruhi oleh ukuran perusahaan dan kompleksitas aktivitasnya karena keduanya menentukan cakupan dan intensitas audit.

Perusahaan besar dengan fasilitas operasional luas dan volume emisi yang tinggi membutuhkan audit lebih menyeluruh, termasuk pelaporan terperinci sesuai standar internasional, yang memerlukan lebih banyak waktu dan tenaga ahli. Sementara itu, kompleksitas aktivitas seperti keanekaragaman sumber emisi, proses produksi yang rumit, dan rantai pasok yang panjang menambah beban audit, karena setiap elemen membutuhkan metode pengukuran yang berbeda dan sering kali melibatkan koordinasi pihak ketiga. Kombinasi tersebut menyebabkan perusahaan besar dengan aktivitas kompleks menanggung biaya audit karbon yang jauh lebih tinggi dibanding perusahaan kecil dengan aktivitas sederhana. Selain kedua hal tersebut, perusahaan yang memiliki emisi karbon yang tinggi juga cenderung memiliki biaya audit yang tinggi (Ding et al., 2024).

Selanjutnya, ketiadaan insentif ekonomi. Tingginya biaya yang diperlukan untuk melakukan audit karbon tidak diimbangi dengan insentif yang selaras dengan penerapannya. Mayoritas aturan di Indonesia menggunakan pendekatan reaktif terhadap suatu kebijakan, dimana upaya baru dilakukan setelah terjadi penyelewengan aturan dengan harapan mengembalikan keseimbangan. Dengan menggeser sudut pandang menjadi pendekatan insentif, harapannya dapat mensubsidi biaya audit karbon yang dikeluarkan perusahaan. Pemerintah dapat meringankan beban finansial perusahaan melalui subsidi atau pengurangan pajak, yang tidak hanya membantu perusahaan mengatasi kendala biaya, tetapi juga menciptakan daya tarik ekonomi untuk melaksanakan audit karbon secara sukarela. Selain itu, keberadaan insentif juga mendorong perusahaan untuk melihat audit karbon sebagai investasi strategis yang mendukung keberlanjutan bisnis jangka panjang, meningkatkan reputasi perusahaan, dan memperkuat komitmen terhadap keberlanjutan lingkungan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kedua tantangan tersebut bermuara pada masalah utama dalam implementasi kebijakan karbon di Indonesia, yaitu kurangnya urgensi perusahaan terkait kebijakan hijau, dalam konteks ini adalah audit karbon. Sebagai pelaku ekonomi, merupakan hal yang wajar bagi perusahaan untuk berfokus mempertahankan keberlanjutan usahanya dengan cara fokus menjaga labanya. Dengan target tersebut, perusahaan mengesampingkan segala hal yang bukan prioritas dengan "setidaknya" tidak melanggar aturan semata, termasuk terkait dengan pelaporan karbon. Perlu ada kesadaran yang ditanamkan kepada perusahaan bahwa pelaporan karbon yang dilakukan perlu dilakukan secara andal, melalui audit karbon karena berdampak secara tidak langsung terhadap perusahaan.

Studi yang dilakukan Fauziah & Puspita (2024) menunjukkan bahwa pengungkapan emisi karbon yang "ala kadarnya" tidak memiliki pengaruh terhadpa kinerja keuangan perusahaan. Sementara itu, jika dilakukan pengungkapan emisi karbon secara andal, dalam penelitian tersebut dimoderasi dengan kinerja lingkungan (nilai PROPER), pengungkapan emisi karbon berdampak positif terhadap kinerja keuangan. Keandalan dalam pelaporan karbon memberikan sinyal positif kepada pemangku kepentingan sehingga dapat meningkatkan kepercayaan dan reputasi perusahaan. Keandalan tersebut dapat dipastikan dengan keberadaan audit karbon. Berdasarkan studi tersebut, pelaporan karbon yang dilakukan oleh perusahaan dapat memberikan dampak positif bagi perusahan jika dilakukan secara benar.

C. Perspektif Sosial: Kesadaran dan Akuntabilitas Publik

Lingkungan dalam frasa sederhana merupakan segala sesuatu yang ada di sekitar subjek tertentu. "Segala sesuatu" tersebut dapat hadir secara alamiah ataupun buatan. Oxford Dictionary mendefinisikan lingkungan sebagai berikut.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1) "*the surroundings or conditions in which a person, animal, or plant lives or operates*"
2) "*the natural world, as a whole or in a particular geographical area, especially as affected by human activity*"

Lingkungan menjadi salah satu faktor pertimbangan penting bagi perusahaan dalam setiap keputusan bisnisnya. Adagba & Shakpande (2017)with specific reference to the Nigerian business Te nvironment. The methodology adopted was basically theoretical and narrative based on aggregative and specific strength, weakness, opportunity and Treat (SWOT melalui studinya di Nigeria menunjukkan bahwa perusahaan yang mampu memanfaatkan kekuatan internalnya untuk mengatasi ancaman eksternal cenderung lebih sukses dalam meningkatkan kinerja mereka. Lingkungan eksternal yang signifikan, seperti kebijakan pemerintah dan tingkat infrastruktur, memengaruhi biaya operasional dan keberlanjutan bisnis. Ketika membahas secara lebih spesifik terkait lingkungan alam, sebagai salah satu bagian dari lingkungan eksternal, perusahaan tidak bisa memandang sebelah mata dampak yang ditimbulkan.

Studi yang dilakukan Genç (2013) menunjukkan bahwa lingkungan alam memainkan peranan penting sebagai bagian dari strategi perusahaan. Orientasi lingkungan perusahaan dapat memberikan keunggulan kompetitif bagi perusahaan dalam jangka panjang. *Sustaincentric* menjadi pendekatan ideal bagi perusahaan untuk menciptakan keunggulan kompetitif melalui penciptaan produk ramah lingkungan, pengembangan teknologi rendah emisi, dan memanfaatkan sumber daya secara efisien. Perusahaan yang mengintegrasikan orientasi lingkungan dalam strategi bisnisnya dapat meningkatkan reputasi perusahaan kepada seluruh stakeholder, termasuk membangun hubungan baik dengan pelanggan dan memenuhi harapan direksi.

Aturan di Indonesia baru mewajibkan tanggung jawab lingkungan hidup kepada perusahaan tertentu. Pasal 74 Undang-Undang Nomor

Buku ini tidak diperjualbelikan.

40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas berbicara tentang tanggung jawab sosial dan lingkungan. Aturan tersebut menyebutkan bahwa:

> "Perseroan yang menjalankan kegiatan usahanya di bidang dan/atau berkaitan dengan sumber daya alam wajib melaksanakan tanggung jawab sosial dan lingkungan."

Secara praktikal, aturan terkait dengan tanggung jawab sosial dan lingkungan (TJSL), secara global lebih dikenal sebagai *corporate sustainable responsibility* (CSR), diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 47 Tahun 2012 tentang Tanggung Jawab Sosial dan Lingkungan Perseroan Terbatas. Aturan tersebut mengatur kewajiban perusahaan tertentu yang menjalankan usaha di bidang dan/atau berkaitan dengan sumber daya alam, untuk melaksanakan TJSL sebagai bagian dari kegiatan operasionalnya. Peraturan tersebut menetapkan pelaksanaan TJSL harus dianggarkan dan diperhitungkan sebagai biaya perusahaan yang pelaksanaannya dilakukan dengan memperhatikan kepatutan dan kewajaran. Ditegaskan juga bahwa aturan teknis TJSL bertujuan untuk memastikan perusahaan berkontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan melalui upaya perlindungan lingkungan hidup dan pemberdayaan masyarakat.

Pada praktiknya, TJSL atau CSR belum menghasilkan dampak yang konsisten terhadap lingkungan. Studi terhadap program CSR KFC yaitu #NoStrawMovement yang dilakukan Kristando & Indarwati (2021) menemukan fakta bahwa program CSR tersebut berhasil meningkatkan kesadaran masyarakat dan perusahaan terhadap lingkungan, dalam konteks ini adlaah bahaya limbah plastik. Program #NoStrawMovement dapat menghentikan penggunaan sedotan plastik sekali pakai dan mengedukasi masyarakat tentang dampak negatifnya. Efek domino yang diperoleh adalah peningkatan loyalitas konsumen melalui pendekatan *shared value* CSR. Sayangnya, implementasi program CSR perusahaan belum merata. Studi Hirawan & Dinarwati (2022) menunjukkan bahwa penelitian terhadap program CSR sampel yang dipilih masih memilik banyak kendala sehingga dampak kepada kehidupan masyarakat sosial masih rendah. Tingkat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

input dalam program CSR sudah memadai, namun dari segi *output* belum menunjukkan tingkat perubahan yang signifikan terhadap kehidupan masyarakat.

Praktik CSR yang berdampak positif pada peningkatan kesadaran terhadap lingkungan berpartisipasi dalam pengurangan emisi karbon. Zhou et al. (2024) melakukan studi untuk mengeksplorasi bagaimana CSR dapat memengaruhi pengurangan emisi karbon melalui manajemen rantai pasok. Dari sisi konsumen, peningkatan preferensi terhadap produk ramah lingkungan dan kepercayaan terhadap produsen yang peduli lingkungan secara signifikan mendorong tingkat pengurangan emisi karbon. Dari sisi perusahaan, semakin tinggi biaya inovasi teknologi hijau yang dialokasikan, justru semakin rendah tingkat pengurangan emisi yang dapat dicapai. Dengan kondisi tersebut, perusahaan perlu mempertimbangkan CSR dalam rantai pasok untuk mencapai tingkat pengurangan emisi karbon yang lebih tinggi. Hasil studi tersebut menekankan perlunya kolaborasi multi-stakeholder antara pemerintah, perusahaan, dan komunitas untuk mendukung implementasi strategi CSR berbasis lingkungan.

Untuk meminimalisasi inkonsistensi implementasi CSR dalam rangka penurunan emisi karbon, audit karbon menjadi solusi untuk memastikan CSR berjalan baik. Program CSR yang didukung oleh audit karbon tidak hanya meningkatkan efisiensi pengurangan emisi, tetapi juga memperkuat reputasi perusahaan sebagai pelaku bisnis yang peduli terhadap lingkungan. Integrasi audit karbon dalam program CSR bukan hanya sekadar kewajiban, melainkan langkah strategis untuk mendukung keberlanjutan dan memberikan kontribusi nyata dalam menghadapi tantangan perubahan iklim.

1. Transparansi dan Akuntabilitas

Dalam penjelasan sebelumnya dari kacamata ekonomi disebutkan bahwa pentingnya pelaporan hasil implementasi kebijakan karbon perusahaan kepada *stakeholder* karena memengaruhi pengambilan keputusan. *Stakeholder* menghadapi risiko informasi yang asimetris dari laporan yang diberikan perusahaan. Risiko tersebut mengacu

Buku ini tidak diperjualbelikan.

pada situasi di mana manajemen memiliki lebih banyak informasi tentang kondisi keuangan dan operasional perusahaan dibandingkan pemangku kepentingan lainnya sehingga berpotensi menyalahgunakan informasi tersebut untuk keuntungan pribadi atau organisasi.

Untuk menghindari risiko tersebut, manajemen perusahaan perlu menekankan transparansi dan akuntabilitas dalam setiap pelaporannya, termasuk laporan keberlanjutannya. Transparansi merujuk pada ketersediaan dan aksesibilitas informasi yang jujur dan lengkap sehingga memungkinkan pemangku kepentingan untuk memahami keputusan, aktivitas, dan dampak perusahaan, sedangkan akuntabilitas mengacu pada tanggung jawab perusahaan untuk menjelaskan dan mempertanggungjawabkan kinerjanya, baik secara ekonomi, sosial, maupun lingkungan. Dalam konteks pelaporan berkelanjutan, kedua prinsip ini penting untuk membangun kepercayaan antara perusahaan dan pemangku kepentingan. Dengan transparansi, perusahaan memberikan informasi yang relevan dan terukur terkait dampak ESG, sementara akuntabilitas memastikan perusahaan bertanggung jawab atas pencapaian target keberlanjutan yang telah ditetapkan, sekaligus mengidentifikasi langkah perbaikan.

Studi yang dilakukan Li et al. (2018) membuktikan dampak tranparansi dan akuntabilitas terhadap kepercayaan pemangku kepentingan. Transparansi dalam pelaporan ESG perusahaan memungkinkan *stakeholder* memahami kebijakan keberlanjutan perusahaan secara mendalam. Pemahaman tersebut pada akhirnya dapat meningkatkan kepercayaan terhadap komitmen perusahaan terhadap tanggung jawab sosial dan lingkungan. Laporan ESG yang transparan terbukti dapat mengurangi risiko informasi yang asimetris antara manajemen perusahaan dan *stakeholder*. Dengan akses informasi yang setara, perusahaan tersebut secara tidak langsung menciptakan keunggulan kompetitif yang menjadi daya tarik bagi investor yang menaruh perhatian terhadap isu keberlanjutan.

Segala dampak positif dari transparansi dan akuntabilitas dalam laporan keberlanjutan terkandung dalam proses audit karbon. Audit sendiri pada dasarnya merupakan proses verifikasi apakah yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dilakukan sudah sesuai dengan aturan yang berlaku. Kesesuaian tersebut secara tidak langsung menciptakan transparansi dan akuntabilitas dari operasional perusahaan. Untuk memastikan proses audit yang dilakukan menghasilkan transparansi dan akuntabilitas yang dapat diandalkan, perusahaan perlu memerhatikan beberapa faktor dalam studi Sari & Muslim (2023). *Pertama*, negara perlu menyediakan kerangka regulasi yang memadai. Dalam konteks karbon, perlu ada aturan yang mengungkapkan persyaratan pengungkapan yang detail dan praktik pelaporan karbon yang lebih ketat. *Kedua*, peran auditor eksternal khusus karbon. Kehadiran auditor eksternal yang independent memastikan keakuratan laporan keberlanjutan dan mendeteksi penyimpangan yang terjadi. *Ketiga*, pemanfaatan teknologi digital. Pelaksanaan audit karbon yang dilakukan secara digital meningkatkan aksesibilitas data dan transparansi informasi. *Keempat*, keterlibatan pemangku kepentingan dalam perencanaan manajerial perusahaan. *Terakhir*, menyusun standar etika yang kuat, terkhusus untuk audit karbon.

Audit karbon terbukti dibutuhkan untuk memastikan transparansi dan akuntabilitas yang berdampak signifikan terhadap sosial. Studi yang dilakukan (Nielsen et al., 2022) mengarahkan pada urgensi audit karbon. Transparansi informasi yang menyeluruh dan akurat memainkan peran kunci dalam membangun kepercayaan komunitas terhadap kebijakan karbon. Audit karbon yang transparan dan komprehensif membantu menyediakan data yang objektif mengenai dampak lingkungan proyek, yang menjadi dasar penting untuk komunikasi publik. Penggunaan hasil audit karbon sebagai bukti ilmiah memperkuat kredibilitas proyek karbon yang pada akhirnya meningkatkan kepercayaan pemangku kepentingan.

Kebutuhan akan audit karbon semakin terasa melihat kondisi transparansi pengungkapan karbon yang masih rendah. Tang & Luo (2012) menyebutkan bahwa dari sampel perusahaan Global 500, hanya 6,17% perusahaan yang mencapai transparansi yang sangat baik dengan nilai Carbon Disclosure Transparency Score (CDTS) lebih dari 85. Di lain sisi, 22% sampel dinilai tidak memadai dalam hal

Buku ini tidak diperjualbelikan.

transparansi pengungkapan karbon. Kondisi tersebut menunjukkan besarnya ruang untuk perbaikan dalam pelaporan karbon, khususnya dalam implementasi audit karbon sebagai metode verifikasi laporan karbon.

2. Keadilan Sosial dan Emisi Karbon

Keadilan sosial merupakan konsep normatif yang menekankan kesetaraan, keadilan, hak, dan partisipasi dalam masyarakat. Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA) melalui *technical paper* yang ditulis Khechen (2013) menyebutkan bahwa secara umum keadilan sosial berakar pada teori politik "*justice as fairness*" oleh John Rawls yang menekankan distribusi adil atas *primary social goods* seperti hak, peluang, dan kekayaan. Keadilan sosial mencakup kerangka kerja yang lebih luas, termasuk pengakuan hak budaya dan partisipasi yang setara dalam hubungan sosial dan ekonomi, sebagaimana dikembangkan oleh Nancy Fraser melalui konsep *participatory parity*.

Pada level khusus, keadilan sosial diwujudkan melalui berbagai alat, termasuk kebijakan perlindungan sosial, perencanaan spasial partisipatif, dan perilaku korporasi yang bertanggung jawab secara sosial. Contoh penerapannya adalah mekanisme redistribusi, seperti subsidi atau pajak progresif serta partisipasi masyarakat dalam pengambilan keputusan publik melalui *participatory budgeting*. Pendekatan redistribusi bertujuan untuk memastikan bahwa sumber daya tidak hanya didistribusikan secara adil, tetapi juga bahwa semua individu memiliki suara dalam proses yang memengaruhi kehidupan mereka. Konsep tersebut menekankan keadilan sosial sebagai tanggung jawab kolektif yang membutuhkan kolaborasi antara negara, sektor swasta, dan masyarakat sipil untuk menciptakan masyarakat yang lebih inklusif dan demokratis.

Salah satu konsep keadilan sosial adalah alokasi penggunaan sumber daya. Keadilan sosial berkaitan dengan penggunaan sumber daya yang merata merupakan pemaknaan dari kebijakan pembatasan dan perdagangan karbon. Pembatasan karbon perusahaan melalui

Buku ini tidak diperjualbelikan.

beberapa kebijakan seperti *cap-and-trade* atau pajak karbon memastikan bahwa emisi GRK yang dihasilkan oleh industri tidak melebihi batas yang ditentukan. Pembatasan tersebut berperan sebagai penjaga keseimbangan lingkungan yang merupakan sumber daya bersama sehingga semua kelompok masyarakat, termasuk yang rentan, dapat menikmati lingkungan yang sehat. Dengan mengenakan biaya pada emisi yang dihasilkan, kebijakan pembatasan karbon harapannya dapat memotivasi perusahaan untuk mengadopsi teknologi bersih sehingga mengurangi dampak perubahan iklim yang berdampak signifikan kepada masyarakat berpenghasilan rendah dan kelompok rentan lainnya.

Jika memang perusahaan harus menghasilkan emisi GRK melebihi batasan yang ditentukan, karena tuntutan operasional ataupun teknologi hijau yang belum memadai, terdapat fasilitas perdagangan karbon untuk mengakomodasi kondisi tersebut. Perdagangan karbon mendukung prinsip keadilan sosial dengan memungkinkan distribusi yang lebih efisien atas izin emisi dan hasil pendapatan dari mekanisme tersebut dapat dialokasikan untuk mendanai program perlindungan sosial, misalnya hasil dari perdagangan karbon dapat digunakan untuk investasi dalam energi terbarukan atau subsidi energi bagi komunitas miskin, yang sering kali tidak memiliki akses yang memadai ke sumber energi bersih. Dengan cara ini, sistem perdagangan karbon tidak hanya membatasi eksploitasi berlebihan atas sumber daya alam, tetapi juga memastikan bahwa manfaat transisi menuju ekonomi rendah karbon dibagikan secara merata sehingga mendukung keadilan sosial di berbagai lapisan masyarakat.

Dengan kedua kebijakan tersebut, kehadiran audit karbon menjadi jaminan untuk terciptanya keadilan sosial sebagai dampak permbatasan dan perdagangan karbon. Audit karbon mendorong data emisi yang dihasilkan oleh perusahaan dapat diverifikasi secara independen sehingga memastikan kepatuhan pada batasan emisi yang telah ditetapkan. Efek dominonya, kebijakan pembatasan karbon dapat diterapkan secara adil dengan mencegah perusahaan besar memanfaatkan celah untuk terus mencemari lingkungan. Audit karbon

Buku ini tidak diperjualbelikan.

juga memastikan keadilan sosial dalam perdagangan karbon dengan menilai apakah kredit karbon yang diperoleh atau diperdagangkan mencerminkan pengurangan emisi yang nyata. Dengan memverifikasi validitas proyek-proyek pengurangan karbon, seperti reboisasi atau investasi energi terbarukan, audit karbon membantu memastikan bahwa manfaat sosial dari perdagangan karbon benar-benar tercapai.

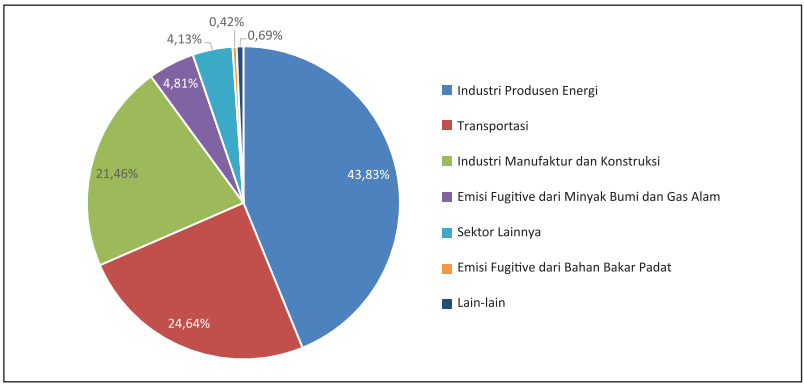
Contoh kasus yang menekankan pentingnya audit karbon adalah studi pada industri besi dan baja di Tiongkok yang dilakukan Zhang et al. (2019). Kehadiran audit karbon yang efektif memastikan manfaat dari perdagangan karbon dan upaya pengurangan emisi didistribusikan secara adil di seluruh masyarakat, yang pada akhirnya mendukung tujuan keadilan sosial dalam penggunaan sumber daya. Penerapan model *driving force-state-response* (DSR) yang digunakan dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan audit karbon yang komprehensif tidak hanya meningkatkan mekanisme evaluasi dan audit internal perusahaan, tetapi juga mengoptimalkan proses penghematan energi dan pengurangan emisi. Dalam praktiknya, studi tersebut berhasil mengidentifikasi beberapa tantangan seperti infrastruktur yang tidak memadai, kekurangan tenaga ahli dalam audit karbon, serta kurangnya inovasi dalam teknologi produksi bersih dan investasi modal. Mengatasi hambatan-hambatan ini sangat penting untuk memastikan bahwa audit karbon dapat mendorong keadilan sosial dalam perdagangan karbon. Dengan memastikan bahwa semua perusahaan mematuhi standar emisi yang ketat, audit karbon membantu mencegah ketidakadilan di mana perusahaan besar mungkin memiliki keunggulan yang tidak adil.

a. Indikator Kewilayahan

Kontributor emisi GRK terbesar di Indonesia berasal dari sektor energi. Grafik 4.1 yang dibahas pada subbab sebelumnya menunjukkan bahwa selama periode 2000–2009, emisi GRK yang berasal dari energi telah tumbuh 101,13% di tahun 2019. Sepanjang 2019, alokasi emisi GRK sektor energi didominasi oleh industri produsen energi (43,83%), transportasi (24,64%), serta industri manufaktur dan konstruksi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

(21,46%). Secara rinci, pembagian emisi GRK dalam sektor energi disajikan dalam Gambar 4.2.



Sumber: Kementerian ESDM, 2019

Gambar 4.2 Distribusi Emisi GRK Sektor Energi

Konsentrasi sumber emisi GRK sektor energi pada 3 (tiga) subsektor tersebut menimbulkan ketimpangan emisi GRK di setiap daerah. Daerah padat industri produsen energi, manufaktur, dan konstruksi memiliki tingkat emisi yang lebih tinggi dari proses produksi yang dilakukan perusahaan terkait. Disparitas emisi GRK antardaerah menimbulkan kerugian sosial secara agregat. Studi yang dilakukan Tian et al. (2019) dengan sampel wilayah di Barat Daya Tiongkok menunjukkan bahwa wilayah yang kurang berkembang sering kali menjadi lokasi bagi industri yang padat energi dan sumber daya. Hal tersebut menyebabkan kawasan industri berat di negara berkembang menghasilkan emisi karbon yang jauh lebih besar dibandingkan kota-kota di negara maju yang didominasi oleh sektor jasa, seperti keuangan atau teknologi. Ketimpangan emisi GRK tidak hanya berdampak pada lingkungan, tetapi juga pada dinamika sosial. Daerah dengan emisi tinggi mengalami kerugian sosial yang signifikan, seperti kualitas udara yang buruk dan meningkatnya risiko kesehatan masyarakat.

Senada dengan ketiga industri tersebut, keberadaan transportasi yang masih menggunakan bahan bakar minyak di daerah tertentu menjadi faktor pembeda terkait emisi GRK. Penelitian Julian et

Buku ini tidak diperjualbelikan.

al. (2023) menunjukan bahwa kendaraan berbahan bakar bensin menyumbang sekitar 20% emisi CO2 global. Setiap galon bensin yang dibakar, kendaraan mengeluarkan sekitar 8.887 gram CO2, terutama dari emisi knalpot. Berdasarkan penelitian tersebut, daerah dengan jumlah kendaraan bermotor yang lebih banyak memiliki emisi GRK yang lebih tinggi dibanding daerah dengan jumlah kendaraan yang lebih sedikit. Hal tersebut juga berkaitan dengan kepadatan penduduk, karena semakin banyak penduduk di suatu daerah tertentu, potensi jumlah kendaraan bermotornya lebih banyak juga tinggi.

Menghadapi ketimpangan tersebut, audit karbon hadir sebagai langkah pertama dalam pengambilan kebijakan yang tepat sasaran dalam menyelesaikan permasalahan diatas. Penyediaan data yang transparan dan akurat mendorong proses identifikasi sumber emisi terbesar di wilayah tertentu. Informasi tersebut membantu pemerintah dan pemangku kepentingan merancang kebijakan yang lebih efektif, seperti pengelolaan tata ruang wilayah untuk mengurangi kepadatan industri di satu lokasi dan mendorong desentralisasi ekonomi. Pada sektor transportasi, audit karbon mengarahkan perbaikan infrastruktur publik dan promosi kendaraan rendah emisi sehingga mengurangi polusi udara yang memengaruhi kesehatan masyarakat di kawasan perkotaan padat.

Selain bermanfaat bagi regulator, audit karbon juga menjadi bahan pertimbangan perusahaan dalam merencanakan operasionalnya. Perusahaan sektor industri berat menggunakan hasil audit untuk menerapkan teknologi ramah lingkungan atau menyesuaikan operasional mereka agar lebih berkelanjutan. Dampaknya, kualitas udara di sekitar kawasan industri dapat meningkat sehingga mengurangi potensi risiko penyakit pernapasan yang sering dialami masyarakat sekitar. Sementara itu di sektor transportasi, audit karbon memotivasi perusahaan logistik untuk mengoptimalkan rute pengiriman dan menggunakan armada yang lebih efisien sehingga mengurangi emisi sekaligus memperbaiki kondisi lingkungan masyarakat. Kehadiran audit karbon lebih dari sekedar alat teknis, tetapi juga instrumen transformasi sosial untuk menciptakan lingkungan yang lebih baik.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

b. Tantangan Sosial dalam Pelaksanaan Audit Karbon

Implikasi sosial dari pelaksanaan audit karbon memiliki tantangan tersendiri dibanding dampak ekonominya. Tantangan sosial melibatkan berbagai dimensi yang saling terkait, seperti budaya, pendidikan, kesetaraan, dan psikologi masyarakat. Terdapat beberapa hambatan sosial dalam implementasi audit karbon. Pertama, resistensi penerimaan budaya baru. Kebijakan ramah lingkungan merupakan hal yang baru dalam dinamika kehidupan masyarakat. Jauh sebelum dampak perubahan iklim disadari potensinya, masyarakat belum menganggap isu lingkungan sebagai sesuatu yang penting. Perubahan iklim mulai terjadi pada abad ke-20, ketika revolusi industri memperkenalkan tenaga listrik. Penggunaan bahan bakar fosil menjadi penggerak utama perubahan iklim sejak era revolusi industri. Jauh sebelum itu, sebenarnya isu terkait iklim sudah dicetuskan sejak 1895. Svante Arrhenius, peraih Novel asal Swedia memprediksi bahwa dalam 100 tahun, CO_2 yang mengepul di lapisan bumi berpotensi menangkap panas sehingga melelehkan tundra. Dengan kondisi saat ini, cepat atau lambatnya suatu perubahan, terutama yang berdmapak global, dikendalikan secara tersentral. Perubahan budaya yang didorong oleh lembaga terpusat, cenderung terjadi lebih cepat dibandingkan perubahan spontan yang muncul secara organik tanpa regulasi formal (Amato et al., 2018).

Praktik saat ini menunjukkan bahwa kebijakan audit karbon belum diatur dan diprioritaskan secara terpusat, baik pada tingkat global maupun nasional, Audit karbon yang bertujuan untuk mengukur dan mengelola emisi gas rumah kaca (GRK) memerlukan regulasi yang konsisten agar dapat diterapkan secara luas dan memiliki dampak signifikan. Di tingkat global, meskipun ada kerangka seperti Paris Agreement yang menargetkan pengurangan emisi, standar audit karbon yang mengikat secara hukum masih belum dirumuskan. Di Indonesia sendiri, penerapan audit karbon belum diatur secara tersurat, hanya melalui mekanisme MRV yang diatur dalam Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Target Kontribusi yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Ditetapkan Secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pembangunan Nasional. Implementasi aturan tersebut terkendala oleh kurangnya insentif dan pengawasan dari regulator. Ketika pemerintah pusat belum satu suara untuk memprioritaskan audit karbon, transisi budaya keberlanjutan akan memakan waktu yang tidak sebentar.

Selanjutnya adalah ketidakseimbangan akses terhadap audit karbon. Ketimpangan kualitas antardaerah menunjukkan ketidaksiapan implementasi audit karbon secara menyeluruh. Ketimpangan tersebut memiliki beberapa variasi, seperti daerah dengan penghasil emisi karbon yang besar tetapi kapasitas audit karbon yang rendah. Studi C. Zhang & Zhao (2014) menunjukkan bahwa ketimpangan ekonomi regional memiliki dampak signifikan terhadap efektivitas dan implementasi kebijakan audit karbon. Wilayah dengan sumber daya finansial, teknologi, dan institusi yang lebih maju mampu mengadopsi kebijakan audit karbon dengan lebih cepat dan efektif.

Kondisi saat ini memperlihatkan bahwa ketimpangan tidak hanya terjadi antarnegara, tetapi juga antarwilayah dalam negara tersebut. Ketimpangan tersebut dapat dilihat dari rasio gini setiap provinsi di Indonesia. Berdasarkan data BPS per Maret 2024, rasio gini di Indonesia secara nasional di angka 0,379 dengan rentang persebarannya di angka 0,244 hingga 0,435. Cukup lebarnya batas atas dan batas bawah rasio gini tersebut dari rata-rata menunjukkan ketidakmerataan pembangunan yang menyebabkan tingginya rasio gini. Wilayah yang kurang berkembang menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan infrastruktur, kurangnya akses pada teknologi ramah lingkungan, dan beban finansial yang berat. Hal tersebut memicu kesenjangan dalam implementasi kebijakan karbon, di mana wilayah yang lebih miskin berisiko tertinggal dalam transisi menuju ekonomi rendah karbon. Perlu desentralisasi kebijakan dengan mempertimbangkan kapasistas ekonomi regional dalam implementasi kebijakan audit karbon secara menyeluruh.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Ketiga, ketidakselarasan visi pemerintah dan perusahaan. Pemerintah memiliki prioritas lebih tinggi pada isu keberlanjutan karena menyangkut kehidupan masyarakat di masa depan. Fokus pemerintah adalah melindungi kepentingan jangka panjang masyarakat, memastikan lingkungan yang sehat, dan memenuhi komitmen internasional, seperti yang tercantum dalam Paris Agreement. Untuk itu, pemerintah mendorong regulasi yang ketat, insentif fiskal, dan pengawasan yang berkelanjutan dalam implementasi audit karbon.

Di lain sisi, perusahaan memandang audit karbon sebagai beban tambahan yang dapat meningkatkan biaya operasional dan mengurangi margin laba, terutama jika tidak disertai insentif yang memadai. Sebagian besar perusahaan berorientasi pada keberlanjutan bisnis yang pragmatis, dengan fokus pada efisiensi biaya dan keuntungan jangka pendek. Bahkan ketika beberapa perusahaan mengadopsi audit karbon secara sukarela untuk tujuan branding atau menarik investor hijau, implementasi sering kali terbatas pada pemenuhan persyaratan minimum.

Perbedaan posisi tersebut memperlihatkan perlunya sinergi antara pemerintah dan sektor swasta untuk menyelaraskan visi keberlanjutan, seperti dengan menciptakan kebijakan yang memberikan insentif ekonomi bagi perusahaan, Kolaborasi yang harmonis perlu segera dilakukan untuk memastikan keberhasilan implementasi audit karbon.

D. Membangun Paradigma Baru melalui Audit Karbon

Sebagaimana dibahas pada bab sebelumnya, teori *Triple Bottom Line* (TBL) menjadi paradigma baru dalam kacamata keberlanjutan suatu perusahaan. Keberadaan audit karbon menjawab tantangan dalam jangka panjang untuk memengaruhi kondisi ekonomi sekaligus sosial yang mewakili pendekatan teori TBL, yaitu people, planet, dan profit. Audit karbon secara menyeluruh menjawab persoalan dari implementasi TBL dalam operasional perusahaan. Dengan menyediakan metode yang terstandardisasi untuk menghitung emisi karbon, audit karbon mengatasi kesulitan dalam mengukur

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dampak lingkungan secara kuantitatif dan akurat. Proses audit karbon yang sistematis secara tidak langsung mengurangi kompleksitas implementasi prinsip keberlanjutan melalui penjabaran proses audit untuk berbagai perusahaan. Selain itu, transparansi data seputar karbon yang telah diaudit juga menjadi salah satu indikator bagi stakeholder untuk mengevaluasi komitmen lingkungan secara objektif, salah satunya mencegah praktik *greenwashing*.

Audit karbon memegang peranan strategis dalam meningkatkan nilai pasar perusahaan melalui pengelolaan emisi karbon yang baik. Dengan memberikan pengukuran dan pelaporan yang kredibel, audit karbon memastikan kepatuhan perusahaan terhadap regulasi lingkungan sehingga menghindari risiko sanksi finansial atau litigasi yang dapat merusak reputasi perusahaan. Transparansi yang diutamakan dalam audit karbon memberikan sinyal positif kepada investor dan pemangku kepentingan. Transparansi tersebut menunjukkan posisi perusahaan yang semakin menghargai praktik bisnis berkelanjutan. Komitmen terhadap audit karbon juga mendukung efisiensi operasional melalui pengurangan emisi dan adopsi teknologi ramah lingkungan, yang secara tidak langsung berkontribusi pada penghematan biaya. Seluruh hal tersebut menciptakan landasan kuat bagi perusahaan untuk meningkatkan daya saing dan menarik minat pasar sehingga nilai pasar perusahaan dapat tumbuh secara signifikan.

Dari sisi sosial, audit karbon juga memainkan peran kunci dalam meningkatkan kualitas hidup, baik manusia maupun lingkungan, dengan memastikan implementasi tanggung jawab sosial perusahaan (CSR) berjalan secara efektif dan berdampak nyata. Melalui audit karbon yang terintegrasi, program CSR dapat dipantau dan dievaluasi lebih transparan untuk memastikan pengurangan emisi karbon yang signifikan sekaligus pemberdayaan masyarakat yang berkelanjutan. Selain itu, audit karbon mendukung peningkatan kesadaran lingkungan baik di kalangan perusahaan maupun masyarakat, dengan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

menciptakan budaya bisnis yang peduli terhadap lingkungan dan mendorong kolaborasi *multi-stakeholder* untuk solusi keberlanjutan.

Implementasi audit karbon di Indonesia dapat diperkenalkan menggunakan Teori Diffusion of Innovations yang dicetuskan Everett Rogers (2003). Untuk mencapai keberlanjutan dalam jangka panjang, penetrasi penerapan audit karbon dapat dibagi mengikuti segmentasi yang ada pada teori tersebut, yaitu kelompok *innovators*, *early adopters*, *early majority*, *late majority*, dan *laggards*.

Innovators merupakan pelaku ekonomi yang memiliki inisiatif pertama untuk mengadopsi audit karbon di Indonesia. *Innovators* memiliki kesempatan untuk mengambil risiko yang lebih besar dibanding perusahaan lainnya. Kondisi tersebut tentunya harus didukung dengan sumber daya finansial serta dukungan eksternal yang kuat. Sebagai perintis audit karbon di Indonesia, *innovators* mencakup perusahaan multinasional yang berada di Indonesia dan telah terbiasa dengan standar keberlanjutan global, seperti perusahaan sektor energi atau manufaktur yang sudah besar dan berpengalaman.

Sementara itu, *early adopters* merupakan pelaku ekonomi yang lebih terintegrasi dalam sistem sosial dan seringkali menjadi poros dalam komunitasnya. Kelompok ini memiliki pertimbangan yang matang sebelum mengadopsi audit karbon. Sebagai tolak ukur dalam komunitas, keikutsertaan kelompok *early adopters* dalam implementasi audit karbon akan diteruskan oleh perusahaan lain dalam pasar yang sama. Di Indonesia, *early adopters* dapat berupa perusahaan nasional besar di sektor seperti kelapa sawit, batu bara, atau sektor padat emisi lainnya yang ingin meningkatkan reputasi lingkungan dan menjadi teladan dalam keberlanjutan.

Kelompok ketiga adalah *early majority*, yang merupakan pelaku ekonomi yang mengadopsi inovasi setelah melalui proses pertimbangan yang cermat dan melihat bukti nyata keberhasilannya dari segmen terdahulunya, yaitu *innovators* dan *early adopters*. Kelompok ini tidak mengambil risiko tinggi dan membutuhkan jaminan manfaat dari implementasi audit karbon yang telah dilakukan perusahaan-perusahaan di kelompok *innovators* dan *early adopters*. Di

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Indonesia, *early majority* dalam audit karbon mencakup perusahaan skala menengah atau konglomerasi besar yang berprinsip *wait and see* dalam melaksanakan audit karbon.

Kemudian ada kelompok *late majority* yang merupakan pelaku ekonomi yang lebih skeptis terhadap kebaharuan dan hanya mengadopsinya karena tekanan sosial atau ekonomi. Tingginya sifat skeptis kelompok tersebut mendorong kebutuhan akan bukti yang kuat tentang manfaat inovasi dan sering kali dipengaruhi oleh standar industri atau ancaman sanksi hukum. Dalam konteks audit karbon di Indonesia, kelompok ini meliputi usaha kecil dan menengah (UKM) yang baru mau melaksanakan audit karbon jika praktik ini telah menjadi kewajiban hukum atau standar umum dalam industri mereka.

Terakhir adalah *laggards*, pelaku ekonomi terakhir yang mengadopsi inovasi, cenderung berpegang teguh pada tradisi, dan memiliki keterbatasan akses terhadap sumber daya atau informasi. *Laggards* hanya akan mengadopsi inovasi jika benar-benar tidak ada pilihan lain, seperti tekanan hukum atau persaingan pasar yang sangat kuat. Dalam implementasi audit karbon di Indonesia, *laggards* mencakup usaha mikro di daerah terpencil yang menganggap audit karbon sebagai beban tambahan. Perbedaan cara pandang yang dimiliki *laggards* membutuhkan pendekatan khusus untuk mengatasi resistensi tersebut.

Implementasi audit karbon mulai dari *innovators* hingga *laggards* memerlukan pengawalan yang intensif dari pemerintah bekerja sama dengan stakeholder lainnya untuk menciptakan paradigma baru. *Innovators* dan *early adopters* perlu mendapat dukungan pemerintah dalam bentuk pemberian insentif dan penghargaan sebagai bentuk apresiasi dan dapat menjadi *role model* yang memotivasi kelompok lain. Selain itu, pemerintah juga perlu menyiapkan regulasi yang secara tersurat mengatur tentang implementasi audit karbon untuk mengakomodasi kelompok *early majority* dan *late majority* dalam mempercepat adopsi. Pemberian subsidi juga dapat digunakan sebagai gerbang awal bagi kedua kelompok tersebut untuk mengimplementasikan audit karbon di Indonesia.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Di lain sisi, *laggards* membutuhkan pendekatan khusus berupa edukasi, bantuan teknis, dan kebijakan yang inklusif agar tidak tertinggal dalam transisi menuju keberlanjutan. Kolaborasi yang kuat antara pemerintah, perusahaan, masyarakat, organisasi internasional, dan stakeholder lainnya mendorong audit karbon dapat diintegrasikan sebagai bagian dari budaya bisnis di Indonesia. Harapannya, implementasi audit karbon dapat mendorong pengelolaan emisi yang lebih baik dan menciptakan manfaat jangka panjang bagi lingkungan, masyarakat, dan perekonomian nasional sebagai salah satu pilar penting dalam ekonomi hijau.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAB V
URGENSI VERIFIKASI PELAPORAN KARBON

A. Kendala Transparansi dan Akurasi dalam Verifikasi Pelaporan Karbon

Transparansi dan akurasi data emisi karbon merupakan fondasi utama bagi pelaporan yang kredibel. Dalam konteks rantai pasok yang kompleks, tantangan dalam mengumpulkan data yang valid sering kali menjadi hambatan besar. Larrinaga & Bebbington (2021) menjelaskan bahwa sektor dengan rantai pasok panjang sering mengalami fragmentasi data. Data emisi sering tersebar di berbagai pihak, mulai dari pemasok hingga sub-kontraktor sehingga mengurangi keandalan informasi. Ketergantungan pada data pihak ketiga ini, tanpa adanya mekanisme validasi yang kuat, menimbulkan risiko manipulasi data yang selanjutnya merusak kepercayaan terhadap laporan karbon. Dalam situasi ini, standar pelaporan yang seragam menjadi kebutuhan mendesak untuk memastikan konsistensi dan transparansi di seluruh

Buku ini tidak diperjualbelikan.

rantai pasok. Larrinaga dan Bebbington (2021) juga menggarisbawahi pentingnya mengadopsi kerangka kerja pelaporan yang terintegrasi sehingga perusahaan dapat mengakses dan memverifikasi data dengan lebih baik. Teknologi seperti *blockchain* dapat menjadi solusi potensial untuk mencatat data secara *real-time* dan transparan.

Gray et al. (2014) menambahkan dimensi lain dengan menyoroti pentingnya akuntabilitas dalam memastikan akurasi data. Mereka mencatat bahwa di sektor global, kurangnya pengawasan sering kali menyebabkan ketidakakuratan data, di mana proses pelaporan hanya berfokus pada hasil akhir tanpa memastikan validasi selama tahap pengumpulan data. Dalam praktiknya, ini menciptakan celah yang memungkinkan terjadinya ketidaksesuaian antara data yang dikumpulkan dengan realitas di lapangan. Untuk mengatasi hal ini, Gray et al. (2014) merekomendasikan pendekatan sistemik, termasuk penerapan mekanisme pengawasan independen yang dapat memverifikasi data di setiap tahap proses pelaporan. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan akurasi, tetapi juga mendorong kepercayaan publik terhadap laporan karbon perusahaan.

Tantangan semakin besar ketika mempertimbangkan emisi tidak langsung atau Scope 3, yang mencakup emisi dari aktivitas rantai pasok. Hettler & Graf-Vlachy (2024) menunjukkan bahwa banyak perusahaan kesulitan menangkap data emisi ini karena kurangnya alat pengukuran yang memadai serta standar internasional yang tidak seragam. Masalah ini diperburuk oleh ketergantungan perusahaan pada data pihak ketiga yang sering kali tidak memiliki keandalan tinggi. Hal ini mengakibatkan pelaporan yang tidak komprehensif, di mana perusahaan gagal memberikan gambaran penuh tentang dampak emisi mereka. Solusi yang dapat dilakukan adalah pendekatan kolaboratif antara perusahaan dan pemasok mereka untuk mengembangkan metodologi pengukuran yang jelas, yang tidak hanya meningkatkan keakuratan data, tetapi juga mendorong partisipasi seluruh rantai pasok dalam pelaporan karbon.

Regulasi juga memainkan peran penting dalam mengatasi tantangan ini. Muktadir-Al-Mukit & Bhaiyat (2024)board

Buku ini tidak diperjualbelikan.

independence, and board size with corporate environmental performance. The study examines these relationships under a mandatory nonfinancial reporting (NFR menyoroti bagaimana kewajiban pelaporan non-keuangan, seperti yang diterapkan dalam regulasi karbon, dapat memperkuat akuntabilitas perusahaan. Regulasi ini mendorong perusahaan untuk meningkatkan transparansi dan akurasi data, karena mereka dituntut untuk memenuhi standar pelaporan yang lebih ketat. Selain itu, regulasi ini memberikan kerangka kerja yang jelas sehingga proses pengumpulan data dan pelaporan menjadi lebih sistematis dan terorganisasi.

Untuk mengatasi berbagai tantangan tersebut, perusahaan dapat memanfaatkan teknologi digital seperti *blockchain* yang memungkinkan pencatatan data secara transparan dan imutabel. Selain itu, pengawasan independen oleh lembaga eksternal dapat memastikan validitas data di setiap tahap proses pelaporan. Pendekatan kolaboratif dengan pemasok, pengembangan standar internasional yang seragam, serta adopsi regulasi yang mendukung akan menjadi langkah penting dalam membangun pelaporan karbon yang kredibel dan transparan. Dengan langkah-langkah ini, perusahaan dapat memberikan laporan yang akurat, meningkatkan kepercayaan publik, dan berkontribusi pada tujuan keberlanjutan global.

B. Kompleksitas Pelaporan di Sektor Berbeda

Kompleksitas pelaporan karbon mencerminkan perbedaan karakteristik dan kebutuhan operasional dari setiap sektor ekonomi. Setiap sektor menghadapi tantangan unik yang berkaitan dengan sifat emisi yang dihasilkan, rantai pasok, dan teknologi yang tersedia. Dalam sektor energi, Qian et al. (2021) menyoroti bagaimana keberagaman sumber energi menjadi salah satu tantangan utama. Sektor ini menghasilkan emisi yang sangat bervariasi, mulai dari pembangkitan energi berbasis bahan bakar fosil hingga sumber energi terbarukan seperti tenaga surya dan angin. Penghitungan emisi karbon dalam sektor ini membutuhkan alat pengukuran yang sangat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

presisi, mengingat perbedaan besar dalam intensitas karbon antara jenis-jenis energi tersebut.

Di negara berkembang, tantangan ini semakin diperumit oleh kurangnya akses terhadap teknologi canggih dan infrastruktur yang memadai. Banyak perusahaan di sektor energi menghadapi kesulitan dalam mengintegrasikan data emisi dari berbagai sumber ke dalam satu kerangka pelaporan yang konsisten. Standar pelaporan yang tidak seragam di tingkat internasional juga menambah kesulitan, karena perusahaan sering kali harus memenuhi berbagai persyaratan dari regulator nasional maupun internasional. Akibatnya, data yang dihasilkan sering kali kurang komprehensif dan sulit dibandingkan antar perusahaan atau wilayah.

Sektor jasa menghadirkan tantangan yang berbeda, tetapi tidak kalah rumit. Chung & Cho (2018) menyatakan bahwa sifat terfragmentasi dari sektor ini menjadikan pengukuran emisi tidak langsung atau Scope 3 sebagai salah satu tantangan terbesar. Scope 3 mencakup emisi yang berasal dari aktivitas rantai pasok, transportasi pelanggan, hingga konsumsi produk atau jasa oleh pengguna akhir. Aktivitas ini sering kali melibatkan banyak pihak eksternal sehingga perusahaan di sektor jasa membutuhkan kerangka pelaporan yang lebih fleksibel untuk menangkap data dari berbagai sumber, misalnya sebuah perusahaan logistik mungkin perlu melacak emisi yang dihasilkan oleh kendaraan yang dimiliki oleh pihak ketiga, sementara perusahaan perhotelan mungkin perlu memperhitungkan dampak emisi dari konsumsi energi oleh tamu mereka.

Luo et al. (2024) memberikan ulasan penting tentang bagaimana teknologi *blockchain* dapat diterapkan untuk mengatasi tantangan ini. *Blockchain* memungkinkan pencatatan data emisi karbon secara imutabel dan transparan, menciptakan sistem pelaporan yang lebih andal. Dalam sektor energi, *blockchain* dapat digunakan untuk melacak data emisi dari proses pembangkitan hingga distribusi energi sehingga mempermudah perusahaan untuk memantau dampak operasional mereka secara *real-time*. Di sektor jasa, teknologi ini dapat membantu mengintegrasikan data dari berbagai sumber eksternal,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

memberikan pandangan holistik tentang emisi yang dihasilkan oleh seluruh rantai pasok. Kemampuan *blockchain* untuk memverifikasi data secara otomatis juga mengurangi risiko manipulasi, yang sering kali menjadi masalah dalam pelaporan karbon.

Pendekatan berbasis teknologi ini tidak hanya relevan untuk sektor energi dan jasa, tetapi juga untuk sektor lain yang menghadapi tantangan serupa. Teknologi seperti blockchain menciptakan landasan untuk integrasi data yang lebih baik, sementara pendekatan kolaboratif dapat membantu mengatasi hambatan dalam pengumpulan dan verifikasi data. Dengan memanfaatkan teknologi ini, perusahaan dapat meningkatkan akurasi dan transparansi pelaporan mereka, sekaligus memenuhi ekspektasi regulator dan pasar.

Oleh karena itu, kompleksitas pelaporan karbon di berbagai sektor membutuhkan solusi yang mencakup teknologi mutakhir, kerangka pelaporan yang fleksibel, dan pendekatan kolaboratif. Dengan mengadopsi solusi ini, perusahaan dapat memberikan data yang lebih akurat dan kredibel, memperkuat kepercayaan pemangku kepentingan, dan mendukung transisi global menuju keberlanjutan. Strategi ini tidak hanya membantu perusahaan dalam memenuhi kewajiban regulasi, tetapi juga memberikan keunggulan kompetitif di pasar yang semakin mengutamakan keberlanjutan sebagai nilai utama.

C. Inovasi Teknologi dalam Audit dan Verifikasi Karbon

Peran teknologi dalam audit karbon menjadi semakin signifikan seiring meningkatnya kompleksitas pelaporan serta kebutuhan untuk menghasilkan data yang akurat dan dapat dipercaya. Teknologi tidak hanya mempermudah proses audit, tetapi juga membuka peluang untuk menghasilkan laporan yang lebih komprehensif, responsif terhadap kebutuhan pemangku kepentingan, dan sesuai dengan standar global.

Taherzadeh-Shalmaei et al. (2023) menunjukkan bagaimana algoritma genetika multi-objektif dan analitik data besar dapat menjadi solusi bagi tantangan pengolahan data karbon yang sangat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

kompleks. Algoritma genetika memungkinkan proses optimasi dalam menganalisis data emisi karbon dengan mempertimbangkan berbagai variabel sekaligus, seperti jumlah emisi, lokasi geografis, dan aktivitas operasional. Teknologi ini dapat mengidentifikasi pola dan ketidaksesuaian dalam data emisi dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi sehingga memberikan dasar yang lebih kuat untuk audit. Selain itu, analitik data besar mempermudah perusahaan untuk mengolah volume data yang besar dalam waktu singkat. Hal ini tidak hanya menghemat waktu, tetapi juga mengurangi risiko kesalahan manusia dalam pengolahan data, yang sering kali menjadi kendala dalam metode manual.

Sementara itu, Bosu et al. (2023)Egypt. Notably, the investigated industrial site falls in the category of small and medium-sized enterprises (SMEs menyoroti pentingnya teknologi energi dalam mendukung pengurangan emisi sekaligus menghasilkan data audit yang lebih akurat. Teknologi seperti *PV system* dan *variable speed drives* memungkinkan perusahaan untuk secara langsung mencatat data emisi karbon yang dihasilkan oleh aktivitas operasional mereka. PV system, misalnya, memungkinkan perusahaan untuk memantau emisi yang dihasilkan dari penggunaan energi fosil dibandingkan dengan energi terbarukan secara *real-time*. Data yang diperoleh dari teknologi ini langsung terintegrasi ke dalam sistem pengukuran perusahaan sehingga memberikan hasil yang lebih presisi dan konsisten. Hal serupa berlaku untuk variabel *speed drives* yang membantu mengoptimalkan efisiensi energi dalam proses manufaktur atau operasional lainnya, sekaligus mencatat emisi yang dihasilkan secara otomatis. Integrasi teknologi ini ke dalam operasi sehari-hari tidak hanya meningkatkan akurasi data, tetapi juga memberikan dasar yang lebih kokoh untuk audit.

Christiansen (2024) memperluas diskusi ini dengan menggarisbawahi bagaimana kecerdasan buatan (AI) dan analitik data besar dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi sistem *monitoring, reporting, and verification* (MRV). Dalam pasar karbon sukarela, di mana kepercayaan terhadap data sering menjadi isu kritis, AI mampu memberikan solusi yang revolusioner. Dengan kemampuan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

untuk memproses dan menganalisis data secara *real-time*, AI dapat mendeteksi pola ketidaksesuaian yang mungkin terlewat oleh auditor manusia. Teknologi ini juga memungkinkan prediksi emisi di masa depan berdasarkan pola historis dan perubahan aktivitas operasional sehingga membantu perusahaan merencanakan strategi pengurangan emisi yang lebih efektif. Dalam praktik MRV, analitik data besar juga memainkan peran penting dengan mengintegrasikan data dari berbagai sumber, baik internal maupun eksternal, untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang emisi karbon perusahaan.

Selain itu, Luo et al. (2024) mengajukan penggunaan teknologi *blockchain* sebagai solusi inovatif untuk menjamin imutabilitas dan transparansi data karbon. *Blockchain* memungkinkan setiap transaksi data emisi dicatat dalam sistem yang tidak dapat diubah, memberikan jejak audit yang jelas dan transparan. Teknologi ini tidak hanya memastikan bahwa data yang dikumpulkan dan dilaporkan bersifat akurat, tetapi juga memberikan kepercayaan tambahan kepada pemangku kepentingan, termasuk regulator dan investor, yang sering kali mempertanyakan keandalan laporan karbon. Dalam proses audit, *blockchain* mempermudah auditor untuk melacak setiap tahap pengumpulan data, mulai dari pencatatan awal hingga verifikasi akhir. Dengan kemampuan ini, *blockchain* mengurangi risiko manipulasi data sekaligus meningkatkan efisiensi proses audit secara keseluruhan.

Teknologi digital modern, mulai dari algoritma genetika dan AI hingga teknologi energi dan *blockchain*, membentuk ekosistem baru untuk pelaporan dan audit karbon yang lebih akurat, cepat, dan terpercaya. Perusahaan yang mengadopsi teknologi ini tidak hanya mampu memenuhi standar pelaporan internasional, tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional mereka. Dalam jangka panjang, penggunaan teknologi ini memberikan nilai tambah yang signifikan bagi perusahaan, baik dalam membangun reputasi keberlanjutan maupun dalam memenuhi ekspektasi regulator dan pasar. Teknologi ini juga memungkinkan perusahaan untuk beradaptasi lebih cepat terhadap perubahan regulasi, memastikan bahwa mereka tetap berada di garis depan dalam upaya global untuk mengurangi dampak perubahan iklim.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. Peluang untuk Peningkatan Kredibilitas Pelaporan dan Audit

Kredibilitas dalam pelaporan karbon adalah pilar utama dalam membangun kepercayaan dari berbagai pemangku kepentingan, termasuk investor, regulator, dan masyarakat. Pelaporan yang transparan dan akurat tidak hanya menjadi alat untuk menunjukkan kepatuhan perusahaan terhadap regulasi lingkungan, tetapi juga mencerminkan komitmen mereka terhadap keberlanjutan. Dalam konteks ini, audit karbon yang kredibel menjadi faktor penting yang dapat memberikan nilai tambah yang signifikan.

Earnhart & Harrington (2021) menunjukkan bahwa audit berkualitas tinggi mampu meningkatkan kepatuhan perusahaan terhadap regulasi lingkungan. Dengan proses audit yang cermat, perusahaan dapat memastikan bahwa data yang dilaporkan tidak hanya akurat, tetapi juga sesuai dengan standar yang berlaku. Hal ini menciptakan kepercayaan publik terhadap laporan karbon perusahaan, yang pada gilirannya memperkuat reputasi perusahaan di mata pemangku kepentingan. Kredibilitas semacam ini sangat penting, terutama dalam menghadapi pasar modal berkelanjutan yang semakin menuntut transparansi dalam pelaporan keberlanjutan.

Saputra et al. (2022) menambahkan dimensi lain dengan menyoroti bahwa audit energi yang efektif dapat memberikan dampak positif tidak hanya pada performa lingkungan perusahaan, tetapi juga pada nilai tambah bagi pemangku kepentingan. Audit yang dilakukan dengan baik memberikan jaminan bahwa perusahaan tidak hanya memenuhi regulasi, tetapi juga secara aktif berupaya mengurangi dampak lingkungannya. Kredibilitas laporan yang dihasilkan dari audit ini memperkuat posisi perusahaan sebagai pemimpin dalam keberlanjutan. Hal ini menarik minat investor yang semakin fokus pada perusahaan dengan rekam jejak yang baik dalam keberlanjutan, terutama di pasar modal yang mendorong instrumen seperti *green bonds* atau dana investasi berbasis lingkungan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Infrastruktur pelaporan juga menjadi komponen kunci dalam memastikan kredibilitas data karbon. Folkers (2024) menyoroti pentingnya memiliki sistem pelaporan yang terstruktur dan andal untuk meningkatkan integritas data. Infrastruktur pelaporan yang kuat memungkinkan perusahaan untuk mengintegrasikan data dari berbagai sumber, memverifikasi keakuratan data tersebut, dan menyajikannya dalam format yang sesuai dengan kebutuhan regulator dan investor. Dengan pelaporan yang lebih kredibel, perusahaan dapat memenuhi ekspektasi pemangku kepentingan yang semakin peduli terhadap isu keberlanjutan, sekaligus membangun kepercayaan yang berkelanjutan di pasar.

Batjes et al. (2024) menawarkan solusi praktis dengan kerangka MRV modular yang dapat diterapkan di sektor-sektor tertentu, seperti pertanian dan tanah. Kerangka ini dirancang untuk memastikan konsistensi dan kualitas data karbon melalui proses verifikasi yang terstruktur. Dalam sektor pertanian, misalnya, emisi sering kali bersumber dari aktivitas yang tersebar, seperti penggunaan pupuk dan pengelolaan lahan. Dengan kerangka MRV modular, perusahaan dapat menciptakan sistem pelaporan yang fleksibel tetapi tetap memastikan akurasi dan transparansi data. Hasilnya, pelaporan tidak hanya memenuhi standar lokal, tetapi juga dapat dibandingkan secara internasional, yang penting dalam konteks pasar global.

Peluang untuk meningkatkan kredibilitas pelaporan karbon juga melibatkan kolaborasi lintas sektor. Perusahaan yang mampu menunjukkan kredibilitas laporan mereka melalui audit yang kuat dan pelaporan yang transparan tidak hanya meningkatkan reputasi mereka di mata publik, tetapi juga memperkuat hubungan dengan regulator dan investor. Kredibilitas ini membuka akses ke peluang finansial, seperti pendanaan berbasis keberlanjutan dan kemitraan strategis yang mendukung tujuan keberlanjutan jangka panjang.

Dengan demikian, peningkatan kredibilitas dalam pelaporan karbon bukan hanya soal memenuhi regulasi, melainkan juga membangun kepercayaan yang mendalam di antara pemangku kepentingan. Dengan audit yang berkualitas, infrastruktur pelaporan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

yang kuat, dan kerangka kerja yang efektif, perusahaan dapat memperkuat posisi mereka sebagai pemimpin dalam keberlanjutan global, memberikan dampak positif tidak hanya bagi bisnis mereka, tetapi juga bagi masyarakat luas. Kombinasi strategi ini memungkinkan perusahaan untuk tidak hanya memenuhi standar, tetapi juga menciptakan nilai tambah yang signifikan di era keberlanjutan yang semakin kompetitif.

E. Solusi dan Inovasi dalam Praktik Verifikasi

Solusi dan inovasi dalam praktik verifikasi karbon menjadi semakin penting dalam menghadapi tantangan kompleksitas dan kebutuhan akurasi yang terus meningkat. Untuk memastikan data emisi karbon yang kredibel, efisiensi operasional, dan relevansi dengan kebutuhan keberlanjutan global, diperlukan pendekatan-pendekatan baru yang inovatif. Brummitt et al. (2024) menyoroti potensi solusi berbasis teknologi, seperti *monitoring, reporting, and verification* (MRV) yang menggunakan *blockchain*, dalam mengurangi ketidakpastian dalam proses verifikasi karbon.

Blockchain menawarkan transparansi penuh melalui pencatatan data yang tidak dapat diubah, memungkinkan setiap langkah dalam rantai data emisi untuk dilacak dan diverifikasi secara *real-time*. Dalam praktiknya, *blockchain* tidak hanya membantu perusahaan menangkap data emisi dengan lebih akurat, tetapi juga memberikan kepercayaan kepada auditor dan pemangku kepentingan lainnya bahwa data tersebut tidak dimanipulasi. Pendekatan ini relevan untuk berbagai sektor, dari energi hingga jasa, di mana data emisi sering kali tersebar di banyak entitas yang berbeda.

Bai et al. (2024) menambahkan dimensi strategis dalam solusi verifikasi dengan menyoroti peran integrasi pelaporan karbon ke dalam kerangka kerja Environmental, Social, and Governance (ESG). Kerangka ESG yang holistik tidak hanya memberikan pandangan lebih luas tentang keberlanjutan perusahaan, tetapi juga memastikan bahwa pelaporan karbon menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari strategi keberlanjutan secara keseluruhan. Pendekatan ini memungkinkan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

perusahaan untuk menghubungkan upaya mereka dalam pengurangan emisi karbon dengan nilai-nilai sosial dan tata kelola yang lebih baik. Dengan demikian, pelaporan karbon yang terintegrasi dengan ESG dapat menjadi alat yang efektif untuk menarik perhatian investor yang peduli dengan keberlanjutan, sekaligus memperkuat reputasi perusahaan.

Gray et al. (2014) menggarisbawahi pentingnya pengembangan sistem akuntabilitas yang inovatif untuk meningkatkan transparansi dalam pelaporan karbon. Sistem ini harus mampu mengurangi fragmentasi data yang sering menjadi hambatan utama dalam pelaporan karbon, terutama di sektor dengan rantai pasok yang kompleks. Gray et al. (2014) merekomendasikan pengembangan standar pelaporan yang seragam di seluruh sektor untuk memastikan bahwa data emisi tidak hanya akurat, tetapi juga dapat dibandingkan antar-perusahaan dan wilayah. Standar yang seragam ini akan menjadi dasar bagi regulator dan pemangku kepentingan lainnya untuk mengevaluasi dampak karbon perusahaan dengan cara yang lebih adil dan konsisten.

Pendekatan konstruktivis yang diusulkan oleh Larrinaga & Bebbington (2021) menekankan pentingnya kolaborasi lintas sektor dalam membangun praktik pelaporan karbon yang lebih baik. Kolaborasi ini mencakup partisipasi berbagai pemangku kepentingan, termasuk perusahaan, pemerintah, dan organisasi masyarakat sipil, untuk menciptakan kerangka kerja yang mencerminkan kebutuhan dan tantangan unik dari masing-masing sektor. Penggunaan teknologi seperti *blockchain* dan kecerdasan buatan (AI) dapat menjadi elemen kunci dalam pendekatan ini karena teknologi ini memungkinkan pengolahan data emisi secara *real-time* dan memberikan analisis yang lebih mendalam tentang pola emisi. AI, misalnya, dapat digunakan untuk memprediksi tren emisi berdasarkan data historis, sementara *blockchain* memastikan bahwa data yang digunakan dalam analisis tersebut adalah valid dan dapat dipercaya.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Implementasi teknologi mutakhir ini harus dilengkapi dengan perubahan paradigma dalam cara perusahaan dan regulator memandang verifikasi karbon. Pendekatan tradisional yang cenderung reaktif harus digantikan dengan pendekatan yang lebih proaktif, di mana teknologi digunakan tidak hanya untuk memenuhi regulasi, tetapi juga untuk menciptakan nilai tambah melalui efisiensi operasional dan peningkatan kredibilitas pelaporan. Dengan inovasi ini, perusahaan dapat lebih responsif terhadap kebutuhan pemangku kepentingan, sekaligus memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap upaya global dalam mitigasi perubahan iklim.

Dengan demikian, solusi dan inovasi dalam praktik verifikasi karbon harus dirancang untuk menjawab tantangan yang dihadapi berbagai sektor, memperkuat kredibilitas pelaporan, dan memberikan nilai tambah yang nyata bagi perusahaan dan masyarakat. Melalui integrasi teknologi seperti *blockchain* dan AI, pengembangan standar yang seragam, serta kolaborasi lintas sektor, perusahaan dapat menciptakan sistem verifikasi karbon yang tidak hanya efisien, tetapi juga relevan dengan kebutuhan keberlanjutan di masa depan. Pendekatan ini tidak hanya mendukung kepatuhan terhadap regulasi, tetapi juga memperkuat posisi perusahaan sebagai pemimpin dalam transisi menuju ekonomi rendah karbon.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAB VI
PERAN TEKNOLOGI DALAM MASA DEPAN AUDIT KARBON

A. Teknologi Modern untuk Transformasi Audit Karbon

Teknologi modern memiliki potensi besar untuk merevolusi proses audit karbon, menjawab tantangan global menuju keberlanjutan dan netralitas karbon. Dalam konteks ini, beberapa teknologi kunci seperti kecerdasan buatan (AI), *blockchain*, dan analitik *big data* memberikan solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi dalam audit karbon.

1. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan (AI) merupakan teknologi yang memiliki potensi besar untuk merevolusi proses audit karbon. Dalam audit karbon, AI digunakan untuk menganalisis data emisi karbon dalam jumlah besar, mengidentifikasi pola tertentu, serta mendeteksi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

anomali dalam laporan karbon perusahaan. Teknologi ini mampu memproses informasi dengan kecepatan tinggi dibandingkan metode manual sehingga membantu auditor dalam memastikan kepatuhan perusahaan terhadap standar keberlanjutan dan regulasi lingkungan. Tseng & Lin (2024) menekankan bahwa penerapan AI dalam audit karbon tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga memungkinkan identifikasi risiko secara lebih dini.

Salah satu keunggulan utama AI adalah kemampuannya untuk mengurangi risiko kesalahan manusia dalam proses audit. Dengan algoritma yang dirancang untuk mendeteksi ketidaksesuaian data, AI memberikan kemampuan untuk mengidentifikasi penyimpangan data dan mengevaluasi risiko yang terkait dengan penyimpangan tersebut. Fu et al. (2024) menyimpulkan bahwa AI dapat memproses data dalam jumlah besar secara efisien, mendeteksi pola yang kompleks, dan memberikan informasi berbasis data yang mendalam. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan akurasi, tetapi juga mempercepat proses audit, memungkinkan auditor untuk fokus pada analisis strategis dan pengambilan keputusan berbasis bukti.

a. Kemampuan Prediktif AI

Kemampuan prediktif AI menjadi salah satu aspek paling signifikan dalam audit karbon karena memanfaatkan teknologi *machine learning* untuk menganalisis data historis dan memproyeksikan emisi karbon di masa depan. AI menggunakan algoritma yang dapat mempelajari pola emisi dari data historis untuk membuat simulasi dan proyeksi yang sangat akurat. Teknologi ini memungkinkan perusahaan untuk tidak hanya memantau, tetapi juga merancang strategi mitigasi yang lebih tepat sasaran.

Gan et al. (2023) menekankan bahwa melalui proyeksi berbasis AI, perusahaan dapat lebih cepat dalam merespons potensi kenaikan emisi. Sebagai contoh, AI dapat membantu mengidentifikasi titik-titik kritis dalam proses produksi yang menghasilkan emisi tinggi sehingga perusahaan dapat fokus pada langkah mitigasi seperti optimalisasi proses operasional, investasi dalam teknologi hijau, atau penyesuaian

Buku ini tidak diperjualbelikan.

rantai pasok. Dengan proyeksi ini, perusahaan tidak hanya memenuhi regulasi keberlanjutan, tetapi juga memastikan bahwa strategi mitigasi mereka berdampak maksimal.

Shang et al. (2024) menunjukkan bahwa AI berkontribusi langsung pada efisiensi operasional perusahaan. Dengan mengidentifikasi area yang membutuhkan perbaikan, perusahaan dapat menentukan prioritas investasi, seperti dalam teknologi ramah lingkungan yang dapat mendukung target netralitas karbon. Sebagai hasilnya, perusahaan dapat mencapai efisiensi sumber daya yang lebih baik dan mengurangi emisi karbon secara signifikan.

b. AI dan Optimasi Data

AI tidak hanya bekerja secara mandiri tetapi juga dapat diintegrasikan dengan teknologi lainnya seperti *Internet of Things* (IoT) dan analitik *big data*. Dalam sistem yang terintegrasi, sensor IoT yang dipasang di fasilitas operasional atau sepanjang rantai pasok perusahaan dapat mengumpulkan data emisi karbon secara *real-time*. Data ini kemudian dianalisis menggunakan algoritma AI untuk memberikan ulasan yang lebih dalam terkait efisiensi operasional dan area yang membutuhkan perbaikan.

Sun et al. (2023) mencatat bahwa integrasi AI dan IoT memungkinkan pengumpulan data dengan kecepatan dan akurasi tinggi. Sebagai contoh, jika sensor IoT mendeteksi peningkatan emisi di salah satu fasilitas produksi, AI dapat menganalisis data tersebut untuk menentukan penyebabnya dan memberikan rekomendasi yang relevan. Proses ini tidak hanya mempercepat pengambilan keputusan tetapi juga memastikan bahwa tindakan yang diambil berbasis bukti.

Sebagaimana yang dinyatakan oleh Su et al. (2024)there are efforts underway to establish a Unified Global CET (UG-CET, integrasi AI dengan teknologi lainnya memberikan kemampuan tambahan bagi perusahaan untuk mendeteksi anomali lebih awal. Deteksi dini ini penting untuk mencegah potensi pelanggaran regulasi atau kerugian reputasi. Selain itu, teknologi ini membantu perusahaan mempercepat transisi menuju operasi yang lebih berkelanjutan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dengan memanfaatkan informasi berbasis data untuk menyusun strategi keberlanjutan yang lebih efektif.

c. Manfaat AI bagi Keberlanjutan Global

AI memberikan manfaat nyata dalam upaya global untuk keberlanjutan. Teknologi ini memungkinkan perusahaan mengolah data dengan efisiensi tinggi, meningkatkan akurasi dalam audit karbon, dan mendukung pengurangan jejak karbon mereka. Yang et al. (2024)the low-carbon energy transition (LCET menyatakan bahwa AI memainkan peran penting dalam mendorong transisi menuju energi rendah karbon dengan mengoptimalkan manajemen energi. AI dapat membantu perusahaan mengidentifikasi pola konsumsi energi yang tidak efisien dan memberikan rekomendasi untuk perbaikan.

Selain itu, AI mendukung pengambilan keputusan strategis yang berbasis data, memungkinkan perusahaan untuk mengambil langkah proaktif dalam mengurangi emisi karbon. Sebagai contoh, Wang et al. (2024) menyoroti bahwa kemampuan AI untuk mendeteksi ketidaksesuaian regulasi dan memproyeksikan emisi masa depan membantu perusahaan untuk tetap relevan dalam konteks dinamika global. Dengan AI, audit karbon tidak hanya menjadi alat kepatuhan, tetapi juga menjadi bagian strategis dari transformasi keberlanjutan perusahaan.

2. *Blockchain*

Blockchain adalah teknologi terdesentralisasi yang dirancang untuk mencatat dan menyimpan data secara permanen melalui jaringan berbasis konsensus. Dalam konteks sistem Bitcoin yang diperkenalkan oleh Nakamoto (2008), *blockchain* dirancang sebagai rangkaian blok transaksi yang saling terhubung melalui hash kriptografi. Setiap blok mencatat sekumpulan transaksi yang telah diverifikasi dan diikat secara matematis dengan blok sebelumnya menggunakan fungsi hash, membentuk rantai kronologis. Mekanisme ini memastikan bahwa data dalam *blockchain* tidak dapat diubah tanpa mengulang proses bukti kerja (*proof-of-work*) untuk seluruh rantai sehingga memberikan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tingkat keamanan yang tinggi terhadap manipulasi data. Dalam konteks audit karbon, *blockchain* menawarkan transparansi dan keamanan tinggi, memungkinkan pencatatan data emisi karbon yang tidak dapat diubah atau dihapus. Teknologi ini memberikan solusi yang efektif untuk mengatasi tantangan integritas dan transparansi data, elemen penting dalam pelaporan emisi karbon (Sadawi et al., 2021).

Salah satu keunggulan utama *blockchain* adalah kemampuannya untuk menciptakan basis data yang tidak dapat diubah. Dalam sistem ini, setiap perubahan atau pembaruan data, seperti pencatatan emisi karbon, dicatat secara permanen dalam blok baru yang terhubung dengan blok sebelumnya. Hal ini memastikan bahwa data tetap konsisten, transparan, dan tidak dapat dihapus atau dimodifikasi tanpa jejak digital yang jelas. Karakteristik ini memberikan kepercayaan lebih tinggi kepada pemangku kepentingan terhadap integritas data yang dihasilkan (Boumaiza & Maher, 2024; Parhamfar et al., 2024; Sadawi et al., 2021). Hal ini meningkatkan integritas data dan mengurangi risiko manipulasi, yang sering menjadi kendala dalam sistem pelaporan konvensional. Dalam audit karbon, fitur ini memberikan tingkat kepercayaan yang lebih tinggi kepada auditor dan pemangku kepentingan lainnya, memastikan bahwa data yang digunakan benar-benar akurat dan dapat dipertanggungjawabkan (Sadawi et al., 2021; M. Sun & Zhang, 2020).

Selain integritas data, *blockchain* menawarkan tingkat keamanan yang tinggi melalui algoritma kriptografi. Sistem *blockchain* dirancang untuk menyediakan enkripsi yang melindungi data dari serangan eksternal sekaligus memastikan otentikasi dan validitas data selama proses audit. Dalam audit karbon, di mana data sering kali sangat sensitif dan berhubungan erat dengan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan, keamanan tambahan ini menjadi elemen penting untuk memastikan bahwa proses audit berjalan tanpa gangguan atau risiko pelanggaran data (M. Sun & Zhang, 2020).

Keunggulan lain dari *blockchain* adalah kemampuannya untuk menyediakan pelaporan berbasis *real-time*. Dalam sistem pelaporan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tradisional, data memerlukan waktu untuk dikumpulkan, diverifikasi, dan disajikan dalam laporan berkala. Sebaliknya, dengan *blockchain*, data emisi dapat diverifikasi secara langsung oleh auditor tanpa menunggu siklus pelaporan yang panjang. Hal ini memungkinkan perusahaan merespons kebutuhan informasi yang cepat dari regulator dan investor. Sebagai contoh, regulator dapat memanfaatkan data *blockchain* untuk memantau kepatuhan perusahaan terhadap kebijakan emisi karbon, sementara investor dapat menggunakan data ini untuk menilai risiko keberlanjutan dalam portofolio mereka (Sadawi et al., 2021).

Blockchain juga memainkan peran penting dalam mendukung perdagangan kredit karbon yang lebih efisien dan terpercaya. Teknologi ini memungkinkan pencatatan setiap unit kredit karbon secara permanen, memastikan bahwa setiap unit yang diperdagangkan benar-benar mencerminkan pengurangan emisi yang telah diverifikasi. Dengan sistem ini, risiko duplikasi atau penyalahgunaan kredit karbon dapat diminimalkan. *Blockchain* memberikan kemampuan untuk melacak asal-usul setiap kredit karbon, memberikan jaminan keandalan kepada semua pihak yang terlibat dalam transaksi, termasuk perusahaan, regulator, dan pasar karbon global (Sadawi et al., 2021; M. Sun & Zhang, 2020).

Teknologi *blockchain* juga meningkatkan kepercayaan publik terhadap pelaporan karbon perusahaan. Dengan memastikan bahwa data yang disajikan dalam audit karbon tidak dapat dimanipulasi, *blockchain* memperkuat kredibilitas perusahaan di mata pemangku kepentingan, termasuk masyarakat, pemerintah, dan komunitas internasional. Transparansi ini tidak hanya membantu perusahaan dalam memenuhi regulasi keberlanjutan, tetapi juga membangun reputasi mereka sebagai entitas yang bertanggung jawab secara lingkungan. Kepercayaan yang dihasilkan dari transparansi ini menjadi elemen penting dalam mendukung tercapainya tujuan keberlanjutan global, termasuk komitmen terhadap target emisi nol bersih (Sadawi et al., 2021; M. Sun & Zhang, 2020).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Meskipun teknologi *blockchain* masih dalam tahap awal penerapannya dalam pelaporan karbon, potensinya sebagai alat transformasi di bidang ini tidak dapat diabaikan. Dengan kemampuan untuk meningkatkan transparansi, keandalan, dan efisiensi, *blockchain* memberikan kerangka kerja yang kuat untuk memastikan bahwa pelaporan karbon di masa depan tidak hanya memenuhi kebutuhan regulator, tetapi juga mendorong perubahan positif dalam pengelolaan emisi karbon secara global (Sadawi et al., 2021).

3. Analitik *Big data*

Analitik *big data* telah menjadi salah satu pilar utama dalam transformasi audit karbon. Teknologi ini memungkinkan pengumpulan, pengolahan, dan analisis data emisi karbon dalam skala besar dari berbagai sumber, menciptakan informasi yang lebih mendalam dan holistik terhadap jejak karbon suatu entitas. Fu et al. (2024) menekankan bahwa analitik *big data* mendukung auditor dan perusahaan untuk memetakan emisi karbon secara akurat dan efisien, mengidentifikasi pola dan tren yang mungkin terlewatkan dalam pendekatan konvensional. Salah satu penerapan utama analitik *big data* adalah melalui integrasi dengan sensor Internet of Things (IoT). Sensor ini mengumpulkan data emisi karbon secara *real-time* dari fasilitas operasional dan rantai pasok perusahaan. Liu et al. (2024) menjelaskan bahwa data yang dikumpulkan ini dapat diproses menggunakan *big data* untuk mendeteksi anomali, mengevaluasi efisiensi operasional, dan menghasilkan laporan yang lebih akurat. Sebagai contoh, analisis *big data* dapat membantu perusahaan mengidentifikasi area operasional dengan intensitas emisi tinggi dan memberikan rekomendasi spesifik untuk perbaikan.

Analitik *big data* juga unggul dalam mengintegrasikan data dari berbagai sumber yang sebelumnya sulit dihubungkan. Christiansen (2024) menyoroti bahwa data dari rantai pasok, aktivitas operasional, dan informasi eksternal seperti kebijakan pemerintah dapat digabungkan untuk memberikan pandangan menyeluruh terhadap

Buku ini tidak diperjualbelikan.

emisi karbon suatu entitas. Pendekatan integratif ini tidak hanya membantu perusahaan memahami kontribusi masing-masing tahapan rantai pasok terhadap total emisi, tetapi juga mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam upaya mitigasi emisi.

Big data juga memainkan peran penting dalam mengidentifikasi tren global dan pola emisi karbon. Tavares & Vale (2024) menyebutkan bahwa analitik *big data* memungkinkan perusahaan untuk membandingkan performa emisi mereka dengan standar industri atau benchmark global. Analisis ini memberikan panduan bagi perusahaan untuk menyesuaikan strategi keberlanjutan mereka, baik dalam memenuhi target emisi nasional maupun internasional. Analitik *big data* juga digunakan untuk mendukung strategi keberlanjutan perusahaan secara keseluruhan. Alwi et al (2024) menjelaskan bahwa teknologi ini membantu perusahaan merancang langkah mitigasi yang lebih efektif dan efisien, seperti investasi dalam teknologi hijau atau optimalisasi proses produksi. Data yang dihasilkan tidak hanya digunakan untuk memenuhi persyaratan regulasi, tetapi juga untuk membangun kepercayaan dengan pemangku kepentingan, termasuk investor dan komunitas global.

Selain itu, analitik *big data* dapat disinergikan dengan teknologi *blockchain* untuk meningkatkan transparansi dan akurasi data emisi karbon. Liu et al. (2024) menyatakan bahwa integrasi ini memungkinkan pencatatan data yang lebih aman dan dapat diverifikasi sehingga meningkatkan kredibilitas laporan karbon perusahaan. Hal ini menjadi elemen kunci dalam audit karbon, terutama untuk memastikan bahwa data yang digunakan akurat, dapat ditelusuri, dan tidak dimanipulasi.

Dengan semua keunggulan tersebut, analitik *big data* tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi audit karbon, tetapi juga mendukung pengambilan keputusan strategis oleh perusahaan dan regulator. Yao et al. (2023) menambahkan bahwa analitik *big data* membantu perusahaan tidak hanya mematuhi regulasi, tetapi juga mengambil langkah proaktif untuk mencapai tujuan keberlanjutan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

mereka secara lebih strategis. Dalam jangka panjang, teknologi ini akan menjadi alat yang tak tergantikan dalam mencapai tujuan keberlanjutan global dan menanggapi tantangan lingkungan yang semakin kompleks.

B. Dampak Tren Global terhadap Evolusi Audit Karbon

Audit karbon saat ini memainkan peran sentral dalam upaya global untuk mencapai keberlanjutan lingkungan. Tren global seperti regulasi lingkungan yang semakin ketat, tuntutan dari komunitas investor, dan kebutuhan untuk menghadapi tantangan regional telah mendorong perusahaan untuk merombak pendekatan mereka dalam pelaporan dan pengelolaan emisi karbon.

1. Regulasi Lingkungan dan Dampaknya pada Audit Karbon

Standar global seperti ISO 14064 memberikan kerangka kerja sistematis untuk pengukuran, pelaporan, dan verifikasi emisi gas rumah kaca (GRK). Standar ini dirancang untuk memastikan bahwa pelaporan emisi karbon dilakukan berdasarkan metodologi yang terstandar, dapat diverifikasi, dan transparan, memungkinkan perbandingan lintas industri dan wilayah. Xiong et al. (2024)this paper investigates the relationship between the AANR and carbon dioxide (CO2 menyatakan bahwa penerapan ISO 14064 tidak hanya membantu perusahaan dalam menyusun laporan emisi yang akurat, tetapi juga memperkuat kredibilitas mereka di mata regulator dan investor global.

Pendekatan ini memberikan kejelasan dalam menghitung dan melaporkan emisi karbon, memastikan bahwa data yang disajikan relevan dan dapat dipercaya. Sebagaimana diungkapkan oleh Hettler & Graf-Vlachy (2024), keberadaan standar seperti ISO 14064 mendorong perusahaan untuk mengadopsi praktik pengelolaan karbon yang lebih baik, yang tidak hanya memenuhi regulasi, tetapi juga meningkatkan kepercayaan dari pemangku kepentingan. Standar

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ini memfasilitasi audit karbon dengan menyediakan pedoman teknis yang komprehensif sehingga auditor dapat bekerja secara lebih efisien dan efektif.

Lebih jauh, ISO 14064 mendukung pencapaian tujuan keberlanjutan global dengan menyediakan mekanisme untuk mengukur kemajuan dalam pengurangan emisi karbon. Fu et al. (2024) menekankan bahwa standar ini memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi sumber utama emisi karbon mereka dan merancang strategi mitigasi yang lebih terarah. Dengan demikian, penerapan ISO 14064 tidak hanya membantu perusahaan memenuhi kebutuhan regulasi, tetapi juga mendorong mereka untuk mengambil langkah proaktif dalam mendukung transisi menuju ekonomi rendah karbon.

Selain itu, Paris Agreement yang ditandatangani pada 2015 menjadi tonggak penting dalam komitmen internasional untuk mengurangi emisi karbon secara signifikan. Perjanjian ini menuntut negara-negara dan perusahaan untuk menetapkan target ambisius dalam menekan emisi karbon, seperti mencapai netralitas karbon pada pertengahan abad ini. Akibatnya, perusahaan semakin didorong untuk menerapkan audit karbon yang komprehensif guna memastikan bahwa mereka berada di jalur yang benar untuk memenuhi target keberlanjutan ini.

Regulasi lingkungan mengharuskan perusahaan untuk menyusun pelaporan karbon yang tidak hanya rinci, tetapi juga mencakup seluruh aspek operasional. Laporan ini harus mampu menggambarkan jejak karbon dari hulu ke hilir, termasuk emisi dari rantai pasok, konsumsi energi, hingga proses produksi. Standar seperti ISO 14064 mewajibkan pelaporan berbasis bukti yang dapat diverifikasi oleh pihak ketiga sehingga meningkatkan kredibilitas dan keandalan data yang disajikan.

Lebih jauh, regulasi ini memiliki implikasi langsung pada reputasi perusahaan. Luo et al. (2024) menekankan bahwa kegagalan untuk mematuhi regulasi ini dapat berujung pada konsekuensi serius. *Pertama*, denda yang signifikan. Banyak yurisdiksi kini

Buku ini tidak diperjualbelikan.

memberlakukan sanksi finansial terhadap perusahaan yang tidak memenuhi standar pelaporan karbon. *Kedua*, pembatasan operasional. Beberapa negara dapat melarang perusahaan tertentu untuk beroperasi jika pelaporan mereka dianggap tidak memadai. *Ketiga*, kerugian reputasi. Dalam era transparansi, perusahaan yang gagal memenuhi regulasi keberlanjutan sering kali menghadapi tekanan dari pemangku kepentingan, termasuk investor, pelanggan, dan komunitas lokal.

Untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi, perusahaan semakin mengandalkan teknologi canggih, seperti *blockchain*, kecerdasan buatan (AI), dan *big data*. *Blockchain* memberikan transparansi dan keamanan dalam pelaporan karbon. Teknologi ini memastikan bahwa setiap data yang dicatat tidak dapat dimanipulasi sehingga meningkatkan kepercayaan regulator terhadap laporan yang diajukan (Sun & Zhang, 2020). AI mempermudah analisis data emisi dalam skala besar, mendeteksi anomali, dan memberikan rekomendasi berbasis data yang mendukung kepatuhan terhadap regulasi (Yang et al., 2024)the low-carbon energy transition (LCET. *Big data* memungkinkan integrasi berbagai sumber informasi, seperti data operasional perusahaan dan regulasi yang berlaku, untuk menciptakan laporan yang lebih komprehensif dan relevan (Tavares & Vale, 2024).

Teknologi-teknologi ini tidak hanya membantu perusahaan memenuhi ekspektasi regulator, tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi risiko kesalahan manusia dalam proses audit karbon. Luo et al. (2024) menyoroti bahwa penerapan teknologi ini adalah langkah strategis untuk memastikan bahwa perusahaan dapat memenuhi standar pelaporan yang terus berkembang secara lebih efektif.

2. Permintaan Investor terhadap Data Keberlanjutan

Tekanan dari komunitas investor global telah menjadi pendorong utama dalam meningkatkan transparansi perusahaan terhadap jejak karbon mereka. Hal ini sejalan dengan gerakan Environmental, Social, and Governance (ESG), yang telah menjadi salah satu faktor

Buku ini tidak diperjualbelikan.

kunci dalam pengambilan keputusan investasi. Tavares & Vale (2024) menegaskan bahwa investor institusional, seperti manajer aset, dana pensiun, perusahaan asuransi, dan bank investasi, kini tidak hanya mengevaluasi perusahaan berdasarkan kinerja finansial, tetapi juga berdasarkan dampaknya terhadap lingkungan, sosial, dan tata kelola perusahaan. Data keberlanjutan, yaitu data kuantitatif dan kualitatif terkait aspek lingkungan, sosial, dan tata kelola (ESG) seperti emisi karbon, penggunaan energi, efisiensi air, kondisi tenaga kerja, hingga tata kelola perusahaan, menjadi indikator penting yang digunakan untuk menilai tanggung jawab lingkungan perusahaan.

Pelaporan karbon yang transparan dan kredibel memainkan peran penting dalam menciptakan kepercayaan di kalangan investor. Christiansen (2024) menunjukkan bahwa perusahaan yang mampu menyediakan pelaporan karbon yang akurat memiliki keunggulan kompetitif dalam menarik modal dari pasar keuangan. Investor menggunakan data ini untuk menilai:

a) Risiko Investasi: Perusahaan yang tidak memiliki pelaporan karbon yang jelas sering kali dianggap memiliki risiko tinggi, baik dari segi regulasi maupun reputasi, misalnya perusahaan yang gagal memenuhi standar emisi dapat menghadapi denda atau tekanan dari komunitas global.
b) Peluang Investasi: Data keberlanjutan memberikan informasi tentang potensi perusahaan dalam sektor hijau, misalnya perusahaan yang berinvestasi dalam teknologi ramah lingkungan atau strategi rendah karbon cenderung lebih menarik bagi investor yang berfokus pada keberlanjutan.

Data ini juga digunakan untuk menilai kontribusi perusahaan terhadap tujuan keberlanjutan global, seperti *net-zero emissions*, yang telah menjadi prioritas banyak negara dan komunitas bisnis internasional.

Dalam beberapa tahun terakhir, ESG telah berkembang menjadi metrik strategis yang tidak hanya menarik perhatian investor, tetapi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

juga meningkatkan nilai pasar perusahaan. Menurut Tavares & Vale (2024), perusahaan yang berhasil mengintegrasikan prinsip ESG dalam operasi mereka cenderung mendapatkan akses yang lebih baik ke modal dan menikmati premi valuasi. Hal ini mencerminkan peningkatan permintaan dari investor untuk memastikan bahwa portofolio mereka selaras dengan tujuan keberlanjutan jangka panjang.

Tekanan dari investor memaksa perusahaan untuk meningkatkan pelaporan karbon mereka tidak hanya untuk memenuhi regulasi, tetapi juga untuk mempertahankan daya tarik di pasar modal. Christiansen (2024) menekankan bahwa pelaporan yang kredibel memungkinkan perusahaan untuk menunjukkan komitmen mereka terhadap keberlanjutan, yang dapat membangun reputasi positif di kalangan investor. Perusahaan yang gagal memenuhi ekspektasi ini berisiko kehilangan kepercayaan investor, yang dapat berdampak pada akses modal mereka.

3. Tantangan Regional dan Respons Audit Karbon

Pendekatan audit karbon sangat dipengaruhi oleh tantangan regional yang mencerminkan kebutuhan spesifik setiap wilayah geografis. Xiong et al. (2024) mencatat bahwa di negara maju, sektor transportasi menjadi penyumbang utama emisi karbon. Audit karbon di wilayah ini memerlukan analisis menyeluruh terhadap emisi yang dihasilkan sepanjang rantai pasok, termasuk konsumsi energi, produksi bahan bakar, hingga efisiensi operasional kendaraan. Emisi tidak langsung seperti produksi kendaraan listrik dan distribusi logistik juga menjadi elemen penting yang harus diukur.

Sebaliknya, negara berkembang menghadapi tantangan utama berupa deforestasi, konversi lahan, dan degradasi lingkungan. Hettler & Graf-Vlachy (2024) menekankan bahwa audit karbon di wilayah ini membutuhkan pendekatan yang dapat mengevaluasi dampak aktivitas seperti pembukaan hutan untuk pertanian intensif atau urbanisasi. Auditor di negara berkembang juga perlu memahami pola penggunaan lahan lokal dan kebijakan lingkungan, serta menggunakan teknologi untuk menghasilkan laporan yang relevan dan strategis.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Untuk mengatasi tantangan regional ini, teknologi canggih memainkan peran penting, misalnya *blockchain* membantu memastikan transparansi dan keakuratan data, terutama di wilayah dengan risiko manipulasi data tinggi. AI dan *Big data* memungkinkan pengumpulan dan analisis data emisi secara *real-time*, mendukung identifikasi pola emisi, serta memberikan informasi berbasis data untuk pengambilan keputusan. Sensor IoT mendukung pemantauan emisi karbon secara akurat dari sektor transportasi di negara maju hingga aktivitas pertanian di negara berkembang.

4. Peran Teknologi dalam Audit Karbon

Teknologi canggih telah menjadi katalisator transformasi dalam audit karbon. Masing-masing teknologi menawarkan solusi unik untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi audit karbon. AI memainkan peran penting dalam menganalisis data emisi karbon secara cepat dan akurat. Yang et al. (2024)the low-carbon energy transition (LCET menyoroti kemampuan AI untuk mendeteksi anomali, memberikan rekomendasi berbasis data, dan memproyeksikan emisi karbon masa depan. Proyeksi ini memungkinkan perusahaan untuk merancang strategi mitigasi, seperti optimalisasi proses operasional atau investasi dalam teknologi hijau. AI juga mendukung pemantauan kepatuhan terhadap regulasi keberlanjutan. Dengan algoritma *machine learning*, AI mampu mengidentifikasi risiko dan peluang, memastikan perusahaan tetap berada dalam jalur yang diharapkan oleh regulator.

Selanjutnya, *blockchain* menawarkan transparansi dan keamanan data yang sangat dibutuhkan dalam pelaporan karbon. Sun & Zhang (2020) mencatat bahwa teknologi ini menciptakan pencatatan data yang tidak dapat diubah, memberikan kredibilitas tambahan pada pelaporan karbon. *Blockchain* memastikan bahwa data bebas dari manipulasi, memungkinkan regulator, investor, dan pemangku kepentingan untuk mengakses data *real-time* yang akurat. Selain itu, *blockchain* mendukung kolaborasi lintas sektor dengan menyediakan platform yang dapat diakses oleh berbagai pihak untuk memverifikasi data emisi karbon.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Sementara itu, *Big data* memungkinkan pengumpulan dan analisis data emisi karbon dalam skala besar dari berbagai sumber, menyajikan informasi yang lebih holistik. Fu et al. (2024) menjelaskan bahwa *big data* dapat diintegrasikan dengan sensor IoT untuk memantau emisi karbon secara *real-time*, menghasilkan laporan yang responsif terhadap perubahan operasional. Teknologi ini memungkinkan auditor untuk memahami pola emisi karbon di seluruh rantai pasok perusahaan. Dengan kemampuan analitiknya, *big data* memberikan dasar yang kuat bagi perusahaan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi emisi karbon secara strategis.

5. Mekanisme Strategis untuk Keberlanjutan Global

Transformasi audit karbon telah berkembang menjadi lebih dari sekadar mekanisme untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi. Teknologi canggih seperti AI, *blockchain*, dan *big data* telah membuka peluang strategis bagi perusahaan untuk memahami dan mengelola jejak karbon mereka secara lebih efektif. Dengan kemampuan untuk memproses data secara mendalam, teknologi ini membantu perusahaan mengidentifikasi pola emisi, mengevaluasi efisiensi operasional, dan merancang langkah mitigasi yang berbasis data, misalnya teknologi machine learning dapat digunakan untuk memproyeksikan emisi karbon masa depan berdasarkan data historis, memberikan panduan bagi perusahaan untuk berinvestasi dalam teknologi hijau atau mengoptimalkan rantai pasok mereka demi keberlanjutan jangka panjang (Yang et al., 2024)the low-carbon energy transition (LCET.

Pendekatan berbasis teknologi menciptakan ekosistem bisnis yang lebih bertanggung jawab terhadap lingkungan. Perusahaan yang berhasil mengintegrasikan AI, *blockchain*, dan *big data* dalam operasional mereka dapat mempercepat transisi menuju netralitas karbon. Selain memenuhi tuntutan regulasi, perusahaan dapat membangun reputasi sebagai entitas yang proaktif dalam mendukung keberlanjutan global. *Blockchain*, misalnya, memberikan transparansi data yang tidak hanya membantu mematuhi regulasi,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tetapi juga meningkatkan kepercayaan dari pemangku kepentingan seperti investor dan regulator. Hal ini menjadi sangat relevan dalam konteks meningkatnya perhatian komunitas global terhadap isu-isu keberlanjutan (Sun & Zhang, 2020).

Solusi berbasis teknologi ini mendukung pencapaian tujuan global seperti yang tercantum dalam Paris Agreement, yang bertujuan untuk membatasi kenaikan suhu global hingga di bawah 1,5 °Celsius (Benito & Alonso, 2018). Dengan memanfaatkan teknologi canggih, perusahaan selain dapat mengurangi emisi karbon, juga memperkuat daya saing mereka di pasar global. Strategi ini memberikan landasan bagi perusahaan untuk memenuhi ekspektasi keberlanjutan sekaligus memanfaatkan peluang baru dalam ekonomi hijau, menciptakan sinergi antara kepentingan lingkungan dan keuntungan bisnis (Wang et al., 2024; Yang et al., 2024).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAB VII
KONTINGENSI KEPERCAYAAN PUBLIK DAN INVESTOR

A. Peran Kepercayaan Publik dalam Audit Karbon

Publik memiliki makna yang berbeda jika didefinisikan secara umum dan khusus dari sudut pandang ekonomi. Herbert Blumer (1969) dalam bukunya yang berjudul *Symbolic Interactionism: Perspective and Method* mendefinisikan publik sebagai sekelompok orang yang menghadapi suatu permasalahan, bertukar pendapat mengenai cara penyelesaian masalah tersebut, dan terlibat dalam diskusi terkait masalah tersebut. Menurut KBBI (2016c), publik didefinisikan sebagai orang banyak (umum). Sementara itu, dalam kacamata ekonomi, publik memiliki konsep yang sama seperti pemerintah. Richard A. Musgrave (1959), dalam bukunya *The Theory of Public Finance: A Study in Public Economy*, menyebutkan bahwa publik dalam konteks ekonomi merujuk pada kontribusi pemerintah dalam perekonomian dalam menjaga stabilisasi, alokasi, dan distribusi sumber daya untuk

Buku ini tidak diperjualbelikan.

memenuhi kebutuhan masyarakat. Dari kedua perspektif tersebut, publik yang dimaksud adalah publik sebagai masyarakat umum.

Cakupan publik yang luas disegregasi dengan kategori investor. Benjamin Graham (1976), yang dikenal sebagai *Father of Value Investing*, mendefinisikan investor sebagai individu yang membeli aset dengan harga di bawah nilai intrinsiknya dengan tujuan menjaga keamanan modal dan mendapatkan keuntungan. Dalam bukunya berjudul *The Intelligent Investor* disebutkan bahwa aset yang dibeli investor telah melalui serangkaian analisis fundamental perusahaan, yang mencakup kesehatan operasionalnya.

Dalam kacamata investor, aset yang dibeli merupakan kepemilikan atas perusahaan tertentu. Kewajiban investor untuk mengenali dan memahami perusahaan yang hendak dibelinya diperkuat dengan saran Peter Lynch (1989) dalam *One Up on Wall Street* yang menekankan pentingnya pemahaman akan perusahaan yang akan diinvestasikan. Dalam bahasa sederhananya, Lynch menyarankan untuk investor berinvestasi di perusahaan yang dikenali dalam kehidupan sehari-hari. Dari kedua definisi tersebut, investor merupakan individu atau entitas yang menanamkan modalnya pada perusahaan tertentu melalui pembelian aset dengan tujuan mendapatkan keuntungan di masa depan setelah memahami secara mendalam proses bisnis perusahaan.

Bagi perusahaan, baik publik maupun investor memiliki kepentingan yang sama besarnya. Sebagai sebuah entitas swasta, perusahaan memiliki tujuan yang tersirat maupun tersurat untuk mendapatkan laba. Dalam upayanya menghasilkan laba, perusahaan membutuhkan "motor penggerak" atau dalam istilah akuntansi dikenal sebagai aset. Salah satu sumber untuk mendapatkan aset berasal dari nominal investasi yang disetorkan oleh investor.

Dalam teori keagenan yang diperkenalkan Jensen dan Meckling (1976), investor memercayakan modalnya kepada perusahaan untuk beroperasi dan menghasilkan laba. Laba tersebut diperoleh dari aset yang digunakan sedemikian rupa untuk memberikan nilai tambah bagi konsumen, dalam konteks ini adalah publik. Teori pemangku

Buku ini tidak diperjualbelikan.

kepentingan yang dikembangkan Edward Freeman menggarisbawahi tanggung jawab perusahaan tidak hanya kepada investor, tetapi juga publik dalam jangka panjang. Perusahaan tanpa publik tidak akan menghasilkan laba, sedangkan perusahaan tanpa investor tidak dapat beroperasi. Selain terhubung dalam rantai operasional perusahaan, kehadiran publik juga diperlukan untuk menghindari konflik kepentingan antara investor dengan manajemen perusahaan melalui mekanisme kontrol. Pengendalian tersebut juga menjadi salah satu insight bagi publik untuk menilai dan mempertimbangkan keputusan beli terhadap barang/jasa perusahaan.

Hubungan yang seimbang antara perusahaan dengan investor dan publik dibuktikan dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan. Chen et al. (2022) dalam studinya menyelidiki dampak investor institusional terhadap kinerja perusahaan. Dengan menggunakan data dari pasar modal Tiongkok selama periode 2007 hingga 2020, studi menemukan fakta bahwa proporsi kepemilikan institusional yang lebih tinggi pada saham perusahaan berkorelasi positif dengan kinerja perusahaan. Temuan tersebut menekankan bahwa investor institusional meningkatkan tata kelola perusahaan, mengurangi masalah keagenan, dan meningkatkan pengambilan keputusan serta efisiensi investasi. Investor institusional memainkan peran penting di pasar modal yang sedang berkembang seperti Tiongkok, yang masih memiliki regulasi lemah, dengan memastikan manajemen dan kinerja yang lebih baik.

Di lain sisi, studi Lasa & Mustafa (2023) menemukan korelasi positif antara kinerja perusahaan terhadap keuntungan yang diperoleh investor melalui kenaikan harga saham, atau dikenal dengan istilah *capital gain*. Penelitian tersebut mengkaji dampak pada perusahaan sektor barang konsumsi yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) dalam rentang waktu 2016 hingga 2021. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *return on assets* (ROA) memiliki pengaruh positif signifikan terhadap *return* saham. Dalam rumus matematika menghitung ROA, terdapat peran penting publik yang memengaruhi tingkat konsumsi produk perusahaan, digambarkan melalui nilai laba bersih dari

Buku ini tidak diperjualbelikan.

penjualan yang diterima. Pengaruh positif tersebut menunjukkan bahwa profitabilitas yang diberikan publik meningkatkan kepercayaan investor dan potensi *return*. Keberpihakan publik terhadap perusahaan yang ditunjukkan secara riil melalui tingkat laba bersih perusahaan menjadi salah satu acuan investor dalam pengambilan keputusan investasi.

Vitalnya hubungan antara perusahaan dan investor maupun publik mendorong upaya untuk mendapatkan dan mempertahankan kepercayaan mereka. KBBI (2016b) mendefinisikan kepercayaan sebagai anggapan atau keyakinan bahwa sesuatu yang dipercayai itu benar atau nyata, alternatifnya adalah sebagai harapan dan keyakinan. Kepercayaan menjadi hal yang fundamental dalam membangun dan memelihara hubungan dalam jangka panjang. Tumbuhnya rasa percaya mengurangi asimetri informasi dan mengurangi dampak perilaku oportunistik oleh penyedia layanan. Kepercayaan dalam perannya sebagai mediator dalam pertukaran relasional, yang memengaruhi kepuasan dan loyalitas publik. Kepercayaan membantu konsumen mengatasi ambiguitas dan mengevaluasi tindakan penyedia layanan. Kepercayaan juga berinteraksi dengan mekanisme agensi, seperti investasi sinyal dan harga premium (Singh & Sirdeshmukh, 2000). Pentingnya menjaga kepercayaan publik maupun investor sebagai bentuk pemeliharaan keberlanjutan perusahaan di masa depan.

Bagaimana kita bisa mengukur tingkat kepercayaan investor/publik kepada perusahaan? Rangkuman dari beberapa penelitian menunjukkan indikator dari kepercayaan investor/publik terhadap perusahaan dengan kriteria tertentu. *Pertama*, kinerja keuangan yang baik. Rasio profitabilitas seperti *return on assets* (ROA) dan *return on equity* (ROE) menunjukkan kemampuan perusahaan menghasilkan laba yang menjadi tolok ukur utama bagi investor dalam menilai kesehatan finansial perusahaan. *Kedua*, pengungkapan laporan keuangan yang lengkap dan akurat meningkatkan kepercayaan investor. Sebagaimana dijelaskan oleh Graham (1976) dan Lynch (1989), investor dalam investasinya harus mengetahui terlebih dahulu perusahaan apa yang akan dibeli asetnya secara detail dan mendalam.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Sebagai upaya untuk mendapatkan informasi tersebut, perusahaan perlu membantu investor dengan menyediakan catatan atas laporan keuangan yang menjelaskan setiap pos dalam laporan keuangan yang disajikan. Harapannya, investor dapat menerjemahkan setiap angka dalam laporan keuangan secara objektif. *Ketiga*, penerapan prinsip tata kelola perusahaan yang baik. Tata kelola mencerminkan kesiapan dan keseriusan manajemen perusahaan untuk membawa operasionalnya dalam jangka panjang. Persiapan tersebut menjadi pertimbangan bagi investor/publik dalam memercayai perusahaan. *Keempat*, reputasi perusahaan. Sentimen positif/negatif yang tersebar di pasar secara cepat memengaruhi pandangan publik yang pada akhirnya berimbas pada tingkat kepercayaan. *Terakhir*, ukuran perusahaan yang lebih besar memiliki tingkat kepercayaan alamiah yang lebih tinggi dibandingkan perusahaan kecil.

Perusahaan senantiasa memantaskan diri untuk memenuhi seluruh indikator tersebut. Salah satu langkah keseriusan perusahaan dalam membangun hubungan baik dengan investor dan publik adalah dengan melakukan audit. Tujuan dari pelaksanaan audit selaras dengan upaya menjalin hubungan baik perusahaan dengan publik dan investor. *Output* utama dari audit yang dilakukan adalah opini.

Porter et al. (2014) menggarisbawahi target utama audit adalah untuk menilai dalam bentuk opini yang independen terkait dengan kebenaran dan keadilan informasi yang disajikan dalam laporan keuangan perusahaan. Opini tersebut menjadi hal yang krusial karena menjadi jaminan kepada pengguna laporan keuangan bahwa informasi yang disajikan valid. Jaminan yang diberian tersebut secara tidak langsung mengurangi risiko kesalahan pengguna laporan keuangan dalam mengambil keputusan. Dalam konteks ini, pengguna laporan keuangan tersebut adalah publik dan investor. Penyajian laporan keuangan yang menghasilkan opini baik meningkatkan kredibilitas perusahaan dimata keduanya.

Peningkatan citra perusahaan melalui opini perusahaan ditunjukkan melalui tiga hal. *Pertama*, reliabilitas informasi keuangan. Audit memastikan angka dan fakta yang disajikan dalam laporan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

keuangan benar dan tepat. Benar dalam arti sesuai dengan realita yang ada, sedangkan tepat berarti sesuai dengan standar akuntansi yang berlaku. *Kedua*, evaluasi sistem pengendalian internal. Auditor menilai desain dan efektivitas pengendalian internal selama proses audit. Aspek penilaiannya biasanya berkaitan dengan lingkungan budaya perusahaan, penilaian risiko, sistem informasi dan komunikasi, kegiatan pengendalian, dan sebagainya. Evaluasi sistem tersebut juga berkaitan dengan faktor yang *ketiga* yaitu kualitas pencegahan kecurangan. Audit dirancang untuk mengidentifikasi kesalahan penyajian yang material dalam laporan keuangan. Kesalahan tersebut dapat berasal dari kesalahan murni ketidaksengajaan ataupun kesalahan yang disengaja, dalam tanda kutip penipuan. Studi yang dilakukan Folajimi et al. (2023)menunjukkan bahwa penipuan yang terjadi dalam perusahaan berdampak negatif pada nilai perusahaan dengan merusak kepercayaan pemangku kepentingan, merusak citra perusahaan, dan meningkatkan biaya yang terkait dengan deteksi dan perbaikan penipuan. Beberapa aktivitas penipuan, seperti misrepresentasi dalam laporan keuangan dan manajemen laba yang agresif, menciptakan asimetri informasi yang menghalangi investor. Penipuan juga secara tidak langsung mengikis kepercayaan dan legitimasi sehingga berkurangnya partisipasi investor dan permintaan saham yang lebih rendah. Hal tersebut berdampak pada penurunan harga saham dan nilai perusahaan secara keseluruhan.

Kepercayaan publik dan investor merupakan fondasi utama dalam menjaga keberlanjutan dan pertumbuhan perusahaan. Tanpa kepercayaan kedua belah pihak tersebut, perusahaan akan sulit menarik dukungan finansial dari investor maupun loyalitas publik terhadap produk atau jasanya. Kepercayaan publik tecermin dari persepsi terhadap integritas, transparansi, dan tata kelola perusahaan. Di sisi lain, kepercayaan investor bergantung pada stabilitas keuangan, pengungkapan informasi yang akurat, dan reputasi perusahaan. Sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian dan teori seperti yang dikemukakan oleh Graham (1976), Lynch (1989), serta Baum dan Kling (2004), transparansi laporan keuangan dan tata kelola yang baik

Buku ini tidak diperjualbelikan.

memainkan peran penting dalam membangun hubungan yang saling menguntungkan antara perusahaan, publik, dan investor.

Melalui audit yang efektif, perusahaan dapat memastikan bahwa informasi yang disajikan mencerminkan realitas yang ada, membantu mengurangi asimetri informasi, dan memitigasi potensi konflik kepentingan. Dengan demikian, audit tidak hanya meningkatkan kredibilitas perusahaan, tetapi juga memberikan jaminan bagi para pemangku kepentingan untuk terus mendukung keberlangsungan perusahaan. Memelihara kepercayaan publik dan investor menjadi kunci untuk mencapai keberhasilan jangka panjang yang berkelanjutan dalam pasar yang semakin kompetitif.

B. Tantangan dalam Memengaruhi Kepercayaan Publik dan Investor dalam Konteks Audit Karbon

Besarnya harapan terhadap proses audit terkadang menemui kendala yang tidak diharapkan pada praktiknya. Seperti yang diketahui bersama bahwa terkadang realita di lapangan berbeda dengan teori yang ada di buku. Kondisi tersebut juga dapat terjadi dalam proses audit. Ada beberapa hal yang berada di luar kendali auditor menjadi penghambat proses audit. Situasi tersebut menjadi hal yang wajar karena tidak ada satupun kondisi ideal yang benar-benar sesuai dengan ekspektasi. Ketidaksempurnaan tersebut tentu bukan menjadi penghalang, melainkan kesempatan bagi auditor untuk berkembang dengan mengalami pembelajaran di luar ajaran buku.

Ketidakpastian dalam praktik audit juga berlaku bagi proses audit karbon. Terlebih lagi, audit karbon menjadi hal yang baru dalam dunia yang sedang bertransisi menuju keberlanjutan ini. Cara paling efektif untuk menyempurnakan proses audit karbon adalah belajar dari pengalaman. Dalam konteks Indonesia, pengaturan audit karbon dapat mempelajari praktik yang sudah ada di negara lain, sekaligus bersamaan dengan tantangan serta solusi yang diambil. Pelajaran tersebut pada akhirnya juga tidak akan cukup, karena perlu belajar dari praktik yang berlaku di Indonesia sebagai bentuk penyesuaian. Untuk itu, pada bahasan kali ini akan membahas lebih lanjut terkait

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tantangan serta strategi yang dapat digunakan dalam audit karbon dalam rangka peningkatan kepercayaan publik dan investor.

1. Ketidakpastian Data dan Validitas Informasi

Tantangan yang pertama kali dihadapi ketika melakukan audit karbon adalah terkait dengan ketersediaan data perusahaan. Dalam konteks audit, data menjadi sebuah bukti audit yang diperlukan auditor untuk berufngsi sebagai *input* dalam proses audit. Bukti audit menjadi elemen penting dalam audit sebagai dasar dalam pemberian opini kewajaran laporan keuangan. Arens et al. (2017) menyebutkan bahwa cakupan bukti audit sangat luas dan mendetail. Apa pun dapat menjadi bukti audit, baik data kuantitatif maupun kualitatif, hingga auditor dapat menyimpulkan opininya. Pengumpulan bukti yang relevan dan kompeten sangat penting untuk memastikan bahwa laporan keuangan mencerminkan kondisi keuangan perusahaan secara akurat. Terdapat dua faktor utama dalam pengumpulan bukti audit, yaitu kualitas dan kecukupan.

Kualitas bukti audit mengacu pada relevansi dan keandalan data dalam mendukung kesimpulan yang diambil auditor. Bukti fisik, konfirmasi pihak eksternal, dan dokumentasi asli memiliki keandalan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pernyataan verbal atau bukti yang dihasilkan oleh sistem yang lemah. Auditor harus mengevaluasi bagaimana bukti tersebut berkaitan langsung dengan asersi laporan keuangan, seperti keberadaan, kelengkapan, dan penilaian. Kualitas bukti menjadi dasar dalam mendukung opini yang dapat dipercaya oleh pemangku kepentingan.

Di lain sisi, kecukupan bukti audit ditentukan dari jumlah bukti yang diperoleh auditor untuk memenuhi standar keyakinan yang memadai. Arens et al. (2017) menyebutkan bahwa auditor harus mengumpulkan bukti yang cukup untuk mengurangi risiko audit hingga tingkat yang dapat diterima. Jumlah bukti yang diperlukan bergantung pada materialitas dan tingkat risiko salah saji yang terdeteksi. Risiko yang tinggi membutuhkan lebih banyak bukti, sementara risiko yang rendah mungkin memerlukan bukti yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

lebih sedikit. Auditor menggunakan pendekatan berbasis risiko untuk menentukan kecukupan bukti guna memastikan kesimpulan yang diambil memiliki dasar yang kuat dan sesuai dengan standar profesional.

Tantangan berkaitan dengan kualitas dan kecukupan bukti untuk audit karbon adalah munculnya risiko dalam proses pengumpulan dan pengolahan data. Keterbatasan kemampuan perusahaan dalam menangkap data yang berkaitan dengan karbon menjadi masalah awal yang perlu dimitigasi. Banyak perusahaan tidak memiliki sistem pencatatan atau perangkat lunak yang memadai untuk melacak emisi karbon mereka. Teknologi yang ada tidak kompatibel untuk mengintegrasikan data dari berbagai sumber atau lokasi operasional perusahaan sehingga data yang dihasilkan menjadi fragmentaris atau tidak lengkap. Selain itu, data yang diperoleh juga hasilnya tidak konsisten antarperusahaan dalam industri yang sama.

Aspek teknis dalam mengumpulkan data karbon mencakup seluruh siklus hidup, termasuk penangkapan, pengangkutan, penyimpanan, dan pemantauan CO_2. Sri Suryani (2024) menjelaskan bahwa setiap tahapan tersebut memerlukan teknologi yang canggih yang sudah dipertimbangkan untuk setiap perbedaan geografis dan operasional yang ada. Permasalahan lain terkait kualitas dan kecukupan data karbon adalah potensi insiden kebocoran CO_2 selama proses pengangkutan. Masalah tersebut menambah variabel inefisiensi dalam infrastruktur yang ada. Ketidakmutakhiran teknologi untuk mengumpulkan, mencatat, dan memantau CO_2 menjadi sumber utama dari permasalahan bukti audit. Protokol rekayasa yang kuat dan strategi teknologi yang disesuaikan sangat penting untuk mengatasi masalah ini.

Selain dari sisi mekanisme pengumpulan dan pencatatan karbon perusahaan, auditor juga terkendala dengan prosedur verifikasi bukti audit karbon. Dalam audit umum, verifikasi bukti audit dapat dilakukan melalui beberapa prosedur audit yang metodenya sudah dikenal secara umum. Prosedur seperti inspeksi, observasi, konfirmasi, penghitungan kembali, pelaksanaan ulang, ataupun prosedur analitis

Buku ini tidak diperjualbelikan.

menjadi jalan untuk mengumpulkan bukti audit, lalu dibandingkan dengan data perusahaan. Seluruh prosedur tersebut sebenarnya dapat juga dilakukan untuk audit karbon, tetapi memiliki permasalahan yang sama seperti bahasan sebelumnya, yakni keterbatasan teknologi.

Kombinasi dari tantangan dalam pengumpulan data karbon perusahaan dan verifikasi oleh auditor memicu ketidakakuratan bukti audit. Kondisi tersebut dapat membawa auditor memberikan opini yang salah dari proses audit yang dilalui. Studi yang dilakukan Niktaba & Aslani (2015) menemukan korelasi antara bukti audit dengan kualitas pelaporan audit. Pengaruh bukti audit terhadap laporan auditor sangat signifikan karena memengaruhi kredibilitas dan keandalan opini audit secara langsung. Penelitian tersebut mendorong fakta bahwa bukti audit harus memadai dan tepat untuk mendukung kesimpulan auditor secara efektif. Bukti yang memadai berkaitan dengan kuantitas, sedangkan kesesuaian berkaitan dengan kualitas, relevansi, dan keandalan bukti yang dikumpulkan.

Bukti audit memainkan peran penting dalam mengurangi asimetri informasi yaitu kondisi ketika manajemen memiliki akses terhadap informasi yang lebih lengkap dibandingkan pemangku kepentingan eksternal. Dengan adanya audit, informasi yang disajikan menjadi lebih transparan dan andal sehingga membantu mengatasi masalah keagenan antara manajemen dan pemangku kepentingan. Bukti yang andal memastikan bahwa laporan auditor mencerminkan penilaian yang akurat atas laporan keuangan sehingga meningkatkan pengambilan keputusan bagi investor. Bukti yang tidak memadai atau tidak dapat diandalkan dapat mengubah opini audit dan berpotensi mengikis kepercayaan pemangku kepentingan. Hal ini menyoroti perlunya prosedur audit yang ketat untuk memperoleh bukti yang kredibel dan komprehensif, yang menjadi landasan laporan audit yang efektif.

2. Kurangnya Independensi dan Kualifikasi Auditor

Setelah membahas dari kacamata objek audit, sudut pandang bergeser saat ini kepada subjek auditnya, atau dengan kata lain pihak yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

melakukan audit yang disebut auditor. Salah satu atribut terpenting dari seorang auditor adalah independensi. Berasal dari kata dasar independen, KBBI (2016a) mendefinisikannya sebagai sesuatu yang berdiri sendiri dan tidak terikat. Independensi memastikan integritas dan keandalan proses audit. Independensi mengacu pada kemampuan auditor untuk melaksanakan tugasnya tanpa bias, pengaruh yang tidak semestinya, atau konflik kepentingan. Objektivitas ini penting untuk menjaga kepercayaan publik karena para pemangku kepentingan mengandalkan auditor untuk memberikan penilaian yang tidak bias terhadap kesehatan keuangan perusahaan. Independensi ditegakkan melalui sikap mental dan perilaku profesional, sebagaimana yang diuraikan dalam standar audit. Auditor independen harus menghindari hubungan pribadi atau ikatan finansial dengan entitas yang diaudit karena hal ini dapat membahayakan ketidakberpihakannya.

Peraturan OJK Nomor 9 Tahun 2023 tentang Penggunaan Jasa Akuntan Publik dan Kantor Akuntan Publik dalam Kegiatan Jasa Keuangan mengatur asas independensi bagi auditor di Indonesia. Akuntan Publik (AP) beserta Kantor Akuntan Publik (KAP) dan seluruh anggotanya diwajibkan untuk memenuhi kondisi independen selama periode penugasan audit. Independensi tersebut dinyatakan dalam surat pernyataan yang diserahkan KAP kepada perusahaan yang diaudit sebelum penugasan dimulai. Hal utama yang dihindari dari independensi auditor adalah terjadinya benturan kepentingan dengan perusahaan yang diaudit.

Independensi auditor sangat penting untuk memastikan kualitas audit yang tinggi. Ketidakberpihakkan auditor menjamin bahwa audit dilakukan secara objektif. Independensi memungkinkan auditor untuk membuat penilaian yang tidak bias sehingga memungkinkan mereka untuk mendeteksi dan melaporkan salah saji material secara efektif. Studi yang dilakukan Ogbeide et al. (2018) menunjukkan bahwa independensi auditor dapat terganggu oleh beberapa faktor, seperti hubungan auditor-klien yang berkepanjangan, biaya layanan non-audit, atau ketergantungan ekonomi pada satu klien. Situasi ini dapat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

merusak kemampuan auditor untuk bertindak demi kepentingan publik dan mengurangi keandalan laporan mereka.

Penelitian Ogbeide tersebut menunjukkan bahwa semakin lama seorang auditor tetap berhubungan dengan klien (masa jabatan audit), semakin tinggi risiko keakraban yang berlebihan, yang dapat menyebabkan penurunan kualitas audit. Studi tersebut menekankan bahwa independensi auditor tidak hanya memengaruhi integritas pelaporan keuangan, tetapi juga memengaruhi kepercayaan pemangku kepentingan terhadap laporan keuangan yang diaudit. Dengan menjaga independensi melalui kerangka regulasi dan praktik etis yang ketat, auditor dapat mempertahankan objektivitas profesionalnya, menegakkan kualitas audit, dan memperkuat kepercayaan publik terhadap pelaporan keuangan. Hal ini menggarisbawahi peran independensi auditor yang sangat penting dalam ekosistem keuangan.

Dalam kaitannya dengan audit karbon, kurangnya independensi auditor merusak kredibilitas dan efektivitas proses audit sehingga menimbulkan tantangan akuntabilitas iklim. Audit karbon bertujuan untuk menilai dan memverifikasi emisi gas rumah kaca suatu perusahaan sehingga memberikan informasi yang dapat diandalkan kepada para pemangku kepentingan tentang dampak lingkungannya. Dampak keberpihakan auditor mengganggu integritas proses audit sehingga menghasilkan temuan yang bias atau tidak akurat. Konflik kepentingan ini dapat menyebabkan pelaporan emisi yang kurang, mengabaikan perbedaan, atau menyajikan data dengan cara yang menguntungkan klien. Tanpa ketidakberpihakan, audit menjadi alat untuk *greenwashing* alih-alih akuntabilitas lingkungan yang sebenarnya. Selain itu, kurangnya independensi mengurangi kepercayaan pemangku kepentingan. Termasuk investor dan publik yang mengandalkan audit karbon untuk memandu keputusan tentang investasi, kepatuhan, dan tanggung jawab perusahaan. Jika audit ini dianggap bias, para pemangku kepentingan dapat mempertanyakan validitasnya sehingga merusak kredibilitas entitas yang diaudit sekaligus firma audit.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Hal yang sama pentingnya seperti independensi auditor adalah kualifikasi auditor yang mencakup keahlian teknis, keterampilan, dan pengetahuan yang diperlukan untuk melaksanakan audit secara efektif. Kedua hal ini bagaikan *yin and yang* yang saling melengkapi. Independensi auditor tanpa disertai kualifikasi yang jelas akan menghasilkan opini yang tidak berkualitas karena kurangnya pemahaman, sedangkan kualifikasi tanpa independensi meningkatkan potensi terjadinya *fraud* karena auditor semakin terampil untuk mencari celah dalam memenuhi keinginan klien. Auditor yang berkualifikasi harus memiliki dasar yang kuat dalam prinsip akuntansi, standar audit, dan peraturan yang relevan. Pengembangan profesional yang berkelanjutan sangat penting untuk tetap mengikuti perkembangan standar, teknologi, dan praktik industri. Auditor juga harus memiliki keterampilan analitis untuk menafsirkan data yang kompleks, mengidentifikasi penyimpangan, dan menilai pengendalian internal secara akurat.

Pasal 2 dalam Peraturan OJK Nomor 9 Tahun 2023 tentang Penggunaan Jasa Akuntan Publik dan Kantor Akuntan Publik dalam Kegiatan Jasa Keuangan mengindikasikan bahwa untuk dapat bersaing, auditor harus memiliki kompetensi yang sesuai dengan bidang usaha klien. Aturan tersebut juga menjelaskan lebih lanjut cakupan kompentensi seperti apa yang harus dimiliki auditor. Kompetensi yang dimaksud dapat berupa pengalaman ataupun pengetahuan audit terhadap kompleksitas usaha klien. Kompleksitas tersebut dapat tercermin dari total aset, jenis kegiatan usaha, sistem informasi manajemen yang digunakan, dan jaringan usaha.

Kualitas auditor memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitas audit. Studi yang dilakukan Chen & Fan (2018) menunjukkan bahwa kualitas audit yang tercermin dari tingkat pengetahuan (pendidikan) dan pengalaman (usia) memengaruhi kualitas pelaksanaan audit. Pengalaman dalam melakukan praktik audit memiliki porsi kontribusi yang lebih besar dibandingkan pengetahuan. Auditor dengan pendidikan yang lebih rendah ketika mendapaktan pekerjaan langsung, akan memperoleh pengetahuan praktis yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

luas, dan mengasah penilaian profesional dari waktu ke waktu. Pengalaman yang terakumulasi dalam praktik audit ini membekali mereka dengan keterampilan yang diperlukan untuk menghasilkan laporan audit berkualitas tinggi. Kualitas auditor, yang dibentuk oleh struktur akademik dan pengalaman profesional, secara langsung meningkatkan kualitas audit.

Berbicara tentang kualifikasi auditor dalam konteks audit karbon, menjadi hal yang penting karena proses tersebut memerlukan pemahaman yang mendalam tentang standar lingkungan, metodologi penghitungan emisi karbon, dan kerangka kerja keberlanjutan. Auditor yang memiliki kualifikasi tinggi, baik dari segi pendidikan maupun pengalaman profesional, mampu mengevaluasi data emisi secara akurat dan memastikan kesesuaian dengan standar internasional. Auditor juga harus memiliki keahlian teknis untuk mengidentifikasi risiko materialitas dalam laporan karbon, termasuk potensi manipulasi data atau ketidaksesuaian pelaporan. Kualifikasi seperti sertifikasi profesional di bidang keberlanjutan atau akuntansi lingkungan menambah kredibilitas auditor, meningkatkan kepercayaan *stakeholder* terhadap hasil audit.

3. Fragmentasi Standar Global

Tantangan selanjutnya yang melengkapi kendala dari sisi perusahaan yang diaudit dan auditor adalah permasalahan regulasi dan standar. Setiap negara sedang memfokuskan diri pada isu keberlanjutan mengingat dampak perubahan iklim yang semakin terasa. Perlahan tetapi pasti, konsep keberlanjutan mulai diterapkan dalam setiap lini bisnis. Dalam skala internasional, aturan teknis terkait proses verifikasi karbon diatur dalam ISO 14067. Standar internasional tersebut menetapkan prinsip, persyaratan, dan pedoman untuk mengukur dan melaporkan jejak karbon dari suatu produk. Standar ini berfokus pada metodologi penilaian siklus hidup produk untuk mengevaluasi emisi GRK terkait sepanjang siklus hidupnya, mulai dari ekstraksi bahan mentah hingga pembuangan atau daur ulang. ISO 14067 memastikan konsistensi, transparansi, dan kredibilitas

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dalam penghitungan dan pelaporan jejak karbon. Standar ini membantu organisasi mengidentifikasi "titik panas" dalam rantai pasokan perusahaan sebagai tempat emisi paling signifikan sehingga memungkinkan strategi mitigasi yang ditargetkan. ISO 14067 selaras dengan standar ISO lainnya, seperti ISO 14040 dan ISO 14044, yang berkaitan dengan daur hidup produk.

Berbeda dengan ISO 14040 dan ISO 14044 sebagai bagian dari standar nasional Indonesia (SNI), ISO 14067 belum diregulasi secara eksplisit di Indonesia. Wiloso et al. (2019) menjelaskan bahwa dampak belum diaturnya ISO 14067 secara tersurat adalah terbatasnya penerapan pendekatan berbasis siklus hidup produk secara luas di tingkat nasional. Efek dominonya adalah rendahnya kesadaran publik dan keterlibatan sektor bisnis dalam mengadopsi standar seperti ISO 14067 untuk pengukuran dan pelaporan jejak karbon produk. Ketiadaan regulasi eksplisit mengenai ISO 14067 juga memengaruhi perkembangan sertifikasi produk ramah lingkungan (*ecolabel*) yang menggunakan pendekatan siklus hidup. Kebanyakan program yang relevan dengan standar ini, seperti label lingkungan dan penilaian produk ramah lingkungan, bersifat sukarela sehingga implementasinya terbatas pada *niche market* atau sektor-sektor tertentu yang menargetkan pasar internasional yang memiliki persyaratan keberlanjutan yang ketat.

Ketika berbicara terkait proses audit karbon, auditor mendasari kesesuaian pelaporan pada standar akuntansi yang berlaku di Indonesia. Implementasi akuntansi karbon di Indonesia masih dalam tahap awal, dengan melibatkan pengukuran, pengakuan, pencatatan, dan pengungkapan aspek terkait karbon, mengikuti standar seperti PSAK yang telah mengadopsi elemen IFRS. Pendekatan ini mengintegrasikan aspek karbon ke dalam pelaporan keuangan, menyediakan kerangka kerja bagi perusahaan untuk menghitung emisi gas rumah kaca dan penyerapan karbon. Salah satu kendala yang dialami dalam implementasi akuntansi karbon adalah kurangnya standar nasional yang eksplisit untuk akuntansi karbon

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dan kompleksitas estimasi emisi karbon dan kompensasi yang akurat (Taurisianti & Kurniawati, 2016).

Indonesia saat ini tengah berencana menerapkan IFRS S1 (Sustainability Disclosure Requirements) dan IFRS S2 (Climate-related Disclosures), dua standar internasional terbaru yang diterbitkan oleh International Sustainability Standards Board (ISSB). Kedua aturan yang muncul pada awal tahun 2024 dirancang untuk memberikan panduan global dalam pelaporan keberlanjutan, mencakup aspek lingkungan, sosial, tata kelola (ESG), serta risiko dan peluang terkait perubahan iklim.

IFRS S1 mengatur pengungkapan informasi keberlanjutan yang relevan bagi pengambilan keputusan investor. Standar ini memastikan pelaporan yang konsisten, transparan, dan komparatif di seluruh sektor dan wilayah. Sementara itu, IFRS S2 secara khusus berfokus pada pengungkapan risiko dan peluang terkait iklim, termasuk dampak transisi ke ekonomi rendah karbon dan ketahanan perusahaan terhadap skenario iklim masa depan. Penerapan kedua standar tersebut di Indonesia menjadi langkah strategis untuk meningkatkan daya saing global sekaligus mendukung agenda keberlanjutan nasional. Dengan melengkapi regulasi yang sudah ada, seperti PSAK dan kebijakan terkait pengungkapan ESG yang diterapkan oleh Otoritas Jasa Keuangan (OJK), tantangan penerapan kedua IFRS tersebut berkaitan dengan kesiapan perusahaan dalam menyusun data keberlanjutan yang terintegrasi serta kebutuhan akan pelatihan untuk meningkatkan kapasitas SDM perusahaan.

C. Strategi untuk Meningkatkan Kepercayaan Publik dan Investor dalam Konteks Audit Karbon

Dalam upaya membangun dan mempertahankan kepercayaan publik serta investor, audit karbon perlu dilengkapi dengan berbagai strategi yang terencana dan konsisten. Strategi-strategi ini tidak hanya berfokus pada penyajian informasi yang akurat, tetapi juga pada upaya menciptakan transparansi, akuntabilitas, dan komunikasi yang efektif dengan seluruh pemangku kepentingan. Pendekatan yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

komprehensif dapat membantu organisasi menunjukkan komitmen nyata terhadap keberlanjutan dan meminimalkan risiko reputasi yang mungkin timbul. Berikut ini beberapa langkah strategis yang dapat diterapkan dalam meningkatkan kepercayaan terhadap proses audit karbon.

1. Peningkatan Transparansi dan Akuntabilitas

Konsep transparansi merupakan praktik berbagi informasi, keputusan, dan proses secara terbuka dengan cara yang dapat diakses dan dipahami oleh semua pemangku kepentingan. Transparansi merupakan landasan kepercayaan dalam tata kelola, bisnis, dan hubungan interpersonal. Transparansi memastikan akuntabilitas dengan memungkinkan pemangku kepentingan untuk meneliti tindakan dan keputusan, serta menumbuhkan budaya kejujuran dan integritas.

Dalam buku *The Transparent Leader* karya Herb Baum dan Tammy Kling (2004), transparansi dijelaskan sebagai kemauan untuk bersikap terbuka dan jujur, khususnya dalam konteks kepemimpinan. Transparansi melibatkan komunikasi yang jelas tentang maksud, kebijakan, dan praktik, serta memastikan bahwa pemangku kepentingan memperoleh informasi yang memadai. Transparansi bukan sekadar tentang pengungkapan informasi, melainkan juga tentang penyajiannya dengan cara yang mudah dipahami dan tepat waktu. Transparansi adalah tentang membangun kepercayaan melalui keterbukaan dan akuntabilitas.

Transparansi memiliki dampak signifikan pada kepercayaan dan pengambilan keputusan investor dengan menumbuhkan keyakinan dan mengurangi ketidakpastian di pasar keuangan. Studi yang dilakukan Yoro (2024) menunjukkan bahwa transparansi dalam pengungkapan keuangan meningkatkan kepercayaan dengan mengurangi asimetri informasi antara perusahaan dan investor. Pelaporan yang jelas, akurat, dan tepat waktu memungkinkan investor untuk membuat keputusan yang tepat, memperkuat keyakinan dan mendorong partisipasi yang lebih besar di pasar. Kondisi tersebut

Buku ini tidak diperjualbelikan.

akan menurunkan volatilitas harga saham dan peningkatan volume perdagangan. Kepercayaan investor akan keberlanjutan perusahaan melalui transparansi diterjemahkan menjadi preferensi untuk investasi jangka panjang, yang menstabilkan pasar dan mengurangi perilaku spekulatif.

Salah satu strategi peningkatan transparansi dalam audit karbon adalah dengan membuka akses informasi audit untuk umum. Tersebut melibatkan publikasi laporan audit secara terbuka melalui platform digital perusahaan yang mudah diakses, baik oleh publik ataupun investor. Perusahaan dapat menyajikan informasi non-rahasia seputar karbon yang diperlukan untuk proses audit secara umum menggunakan bahasa yang jelas, ringkas, dan non-teknis agar dapat dipahami masyarakat luas. Selain itu, transparansi dapat ditingkatkan dengan menyediakan data pendukung audit non-rahasia dalam format terbuka (*open source*) untuk analisis independen. Pembuatan portal khusus sebagai wadah mendukung peran masyarakat dalam memantau proses tindak lanjut audit.

Dari sisi lain, konsep akuntabilitas berkaitan dengan kewajiban individu, organisasi, atau lembaga untuk menjelaskan, membenarkan, dan bertanggung jawab atas tindakan dan keputusan mereka. Akuntabilitas merupakan prinsip dasar dalam tata kelola, bisnis, dan etika, yang memastikan transparansi dan kepercayaan dalam hubungan. Dalam bukunya, Samuel (2001) mendefinisikan akuntabilitas sebagai pendekatan proaktif terhadap kepemilikan dan tanggung jawab, yang menekankan bahwa individu harus bertanggung jawab kepada diri mereka sendiri daripada menunggu penegakan hukum eksternal. Pendekatan Samuel memadukan akuntabilitas ke dalam kepemimpinan, dinamika tim, dan budaya organisasi, memposisikannya sebagai alat transformatif untuk mencapai keberhasilan berkelanjutan dan menumbuhkan lingkungan kerja yang positif dan memberdayakan. Melalui kerangka kerja dan strategi praktis diharapkan dapat menumbuhkan pola pikir akuntabilitas di seluruh lingkup pribadi dan profesional.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Akuntabilitas berdampak signifikan terhadap kepercayaan dan pengambilan keputusan investor dengan memastikan kejelasan, keandalan, dan konsistensi dalam kerangka regulasi dan praktik perusahaan. OECD menggarisbawahi terkait akuntabilitas dapat memperkuat kepercayaan dengan mengkodifikasi kebijakan secara jelas, memastikan keadilan prosedural, dan memberikan prediktabilitas dalam proses pengambilan keputusan. Ketika organisasi memiliki tanggung jawab yang tinggi, manajemen berupaya membangun landasan kepercayaan karena investor yakin bahwa aturan dan tindakan diterapkan secara konsisten dan transparan.

Peningkatan akuntabilitas audit karbon dapat dilakukan melalui penerapan sistem pelaporan terbuka berbasis teknologi. Sistem ini memungkinkan data karbon dipantau secara *real-time*, disimpan dalam platform yang transparan, serta dapat diakses oleh pemangku kepentingan terkait. Teknologi seperti *blockchain* dapat digunakan untuk memastikan integritas data, mencegah manipulasi, dan mengurangi campur tangan pihak yang tidak perlu. Mekanisme penggunaan *blockchain* akan dibahas lebih dalam pada pembahasan di bawah. Intinya, sistem tersebut membuat proses audit menjadi lebih efisien, objektif, dan terpercaya sehingga meningkatkan kredibilitas laporan karbon. Selain itu, sistem ini mendorong perusahaan untuk lebih bertanggung jawab terhadap jejak karbonnya, memperkuat kepercayaan publik, serta mendukung upaya global dalam mencapai target pengurangan emisi karbon.

2. Peningkatan Kompetensi Auditor

Dari sisi pemeriksa, telah dijelaskan pada subbab sebelumnya bahwa kompetensi auditor menjadi tantangan karena isu karbon merupakan hal yang baru menjadi prioritas mengingat kondisi iklim yang semakin menurun. Kompetensi terbagi menjadi dua hal, yaitu pengetahuan dan pengalaman. Sebagai isu baru, kompetensi audit karbon tidak dapat berbicara banyak terkait dengan pengalaman, kecuali sudah dikumpulkan dari luar negeri. Fokus peningkatan kompetensi auditor yang menjadi strategi spesifik berbicara tentang pengetahuan auditor.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pada dasarnya, auditor memperoleh pendidikan formal, termasuk kualifikasi akademis di bidang akuntansi, keuangan, atau bisnis. Buku-buku yang menjadi kitab audit seperti ciptaan Arens et al. (2017) memberikan dasar yang kuat dalam prinsip, metodologi, dan standar audit. Buku ini menekankan audit secara umum berbasis risiko dan membekali auditor dengan keterampilan untuk menilai lingkungan keuangan yang kompleks.

Untuk audit yang lebih spesifik, pengembangan profesional audit dapat dilakukan melalui sertifikasi kompetensi. Terkait dengan audit karbon, sertifikasi yang dapat diambil oleh auditor adalah Certified Sustainability Reporting Specialist (CSRS). Sertifikasi tersebut merupakan salah satu penilaian utama dan tertua di dunia untuk mempromosikan dan membangun keterampilan keberlanjutan, memberikan keyakinan dan standar menyeluruh untuk membantu bisnis, pemerintah, dan LSM mengembangkan praktik terbaik dalam manajemen keberlanjutan. Di Indonesia, Institute of Certified Sustainability Practitioners (ICSP) bekerja sama dengan National Center for Corporate Reporting (NCCR) untuk melaksanakan sertifikasi di Indonesia.

Tingkat pendidikan auditor memberikan eskalasi yang signifikan terhadap kualitas audit yang dihasilkan. Studi yang dilakukan Ocak (2018) mengungkapkan, semakin tinggi tingkat pendidikan auditor, dapat mengurangi dampak buruk dari kesibukan auditor dalam menurunkan kualitas audit karena kekurangan waktu dan fokus. Auditor dengan kualifikasi master (S2) menunjukkan kinerja yang lebih baik di bawah beban kerja yang tinggi dibandingkan dengan rekan mereka yang kurang tinggi pendidikannya. Temuan tersebut disebabkan oleh peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan efisiensi mereka dalam mengelola tugas-tugas yang kompleks.

Pendidikan tinggi membekali auditor dengan keahlian untuk mengeluarkan opini yang akurat dan mendeteksi penyimpangan secara efektif, bahkan di bawah tekanan. Sebagai gambaran, auditor yang berpendidikan lebih mungkin untuk mengatasi dampak buruk dari kesibukan, seperti berkurangnya perhatian dan pelaporan audit

Buku ini tidak diperjualbelikan.

yang agresif. Sebaliknya, auditor yang kurang berpendidikan lebih banyak berjuang, yang mengarah pada audit berkualitas rendah dan kemungkinan opini keuangan yang cacat. Pentingnya pendidikan formal dalam kualitas audit, yang menunjukkan bahwa regulator dan perusahaan dapat menugaskan lebih banyak klien kepada auditor yang berpendidikan tinggi untuk mempertahankan standar.

3. Penerapan Teknologi dalam Validasi Data

Di era yang serba canggih saat ini sudah merupakan kewajaran dalam hal pemanfaatan teknologi untuk menunjang aktivitas sehari-hari. Dalam implementasi terkait audit, penggunaan teknologi telah mengubah proses audit secara signifikan melalui peningkatan efisiensi, akurasi, dan efektivitas audit secara keseluruhan. Daidj (2022) menyebutkan bahwa integrasi Teknologi Informasi (TI) ke dalam audit telah merevolusi pengumpulan dan analisis data. Auditor kini menggunakan alat ekstraksi data dan perangkat lunak analitik untuk mengakses dan menganalisis kumpulan data besar secara efisien, memungkinkan auditor dapat melakukan analisis yang lebih mendalam tentang transaksi keuangan dan deteksi penipuan atau kesalahan yang lebih efektif.

Teknologi yang sedang menjamur saat ini adalah *artificial intelligence* (AI). Teknologi tersebut merupakan simulasi kecerdasan manusia dalam mesin yang dirancang untuk berpikir, belajar, dan membuat keputusan. AI memungkinkan sistem untuk meniru fungsi kognitif seperti pembelajaran, pemecahan masalah, dan pengambilan Keputusan layaknya manusia pembelajar. Mendukung fungsi tersebut, saat ini AI mengadopsi juga konsep *machine learning* (ML), di mana mesin menggunakan data untuk meningkatkan kinerja dari waktu ke waktu tanpa pemrograman eksplisit. ML juga terus mengalami perkembangan yang menghasilkan *deep learning*, bagian dari ML yang menggunakan jaringan saraf buatan yang terinspirasi oleh otak manusia untuk memproses sejumlah besar data dan memecahkan masalah yang kompleks.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Penggunaan AI dalam audit karbon merupakan jalan terbaik sebagai bentuk adaptasi kemajuan zaman. Studi yang dilakukan Alqahtani (2023)leading to a thorough reassessment of corporate responsibility. Corporations, directly influencing society due to their carbon emissions, acknowledged as externalities, are facing growing pressure to tackle this environmental challenge actively. As a reaction, companies are increasingly implementing carbon accounting and other environmentally conscious practices in line with a broader dedication to comprehensive environmental ethics. The accounting department, tasked with incorporating carbon accounting into non-financial reports alongside regular financial statements, encounters adoption obstacles such as limited awareness, insufficient expertise, unclear guidelines, and a lack of standardized terminology. This paper conducts a comprehensive study to evaluate the feasibility of using artificial intelligence (AI menunjukkan bahwa perangkat AI seperti jaringan saraf dan algoritma adaptif secara signifikan meningkatkan prediksi emisi karbon. Akurasi tersebut krusial untuk menyelaraskan inisiatif keberlanjutan perusahaan dengan persyaratan peraturan dan harapan pemangku kepentingan. AI memfasilitasi otomatisasi kalkulasi data karbon yang kompleks dan memungkinkan pemantauan emisi secara *real-time* di berbagai proses bisnis, misalnya perangkat AI berbasis skenario, seperti yang disediakan oleh perusahaan seperti viAct, menyederhanakan manajemen kredit karbon dengan mengotomatiskan dokumentasi dan menganalisis data emisi. Teknologi ini memastikan akuntabilitas yang lebih baik, mengurangi kesalahan manusia, dan memungkinkan pemangku kepentingan untuk memperdagangkan kredit karbon secara efisien.

AI membantu mengoptimalkan efisiensi operasional dengan mengintegrasikan teknologi hijau dan inovasi. AI meningkatkan efisiensi energi, membantu dalam merancang produk ramah lingkungan, dan mengurangi limbah. Hal tersebut mengarah pada peningkatan kinerja perusahaan karena praktik yang sadar lingkungan meningkatkan reputasi merek, sejalan dengan preferensi konsumen untuk keberlanjutan, dan memenuhi tuntutan regulasi yang semakin meningkat untuk pelaporan nonfinansial.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Selain AI, *blockchain* juga digadang-gadang menjadi teknologi masa depan yang berdampak dalam kegiatan sehari-hari. *Blockchain* merupakan teknologi buku besar digital terdesentralisasi yang mencatat transaksi di beberapa komputer dengan cara yang aman, transparan, dan anti-rusak. Tidak seperti basis data tradisional yang dikelola oleh otoritas pusat, *blockchain* beroperasi pada jaringan node yang terdistribusi, memastikan bahwa tidak ada satu entitas pun yang mengendalikan sistem. *Blockchain* terdiri dari blok data yang dihubungkan bersama dalam urutan kronologis untuk membentuk rantai. Setiap blok berisi daftar transaksi, stempel waktu, dan *hash* kriptografi yang unik. *Hash* dari blok sebelumnya juga disertakan, yang menciptakan catatan yang tidak dapat diubah. Setiap upaya untuk mengubah data dalam satu blok akan memerlukan perubahan semua blok berikutnya, yang membuat rantai tersebut tahan terhadap gangguan. *Blockchain* juga mendukung kontrak pintar, perjanjian yang dapat dijalankan sendiri dengan ketentuan yang ditulis dalam kode, yang selanjutnya mengotomatiskan proses dan mengurangi perantara. Seiring berkembangnya *blockchain*, teknologi ini menjanjikan untuk membentuk kembali industri dengan menumbuhkan kepercayaan, efisiensi, dan inovasi.

Bersama-sama dengan AI, *blockchain* sebagai alat transparansi dan anti-manipulasi untuk meningkatkan kualitas audit. Qader & Cek (2024) menggarisbawahi bahwa integrasi AI dan *blockchain* secara signifikan meningkatkan kualitas audit dengan meningkatkan akurasi, transparansi, dan efisiensi. Kehadiran *blockchain* memastikan validitas dan keterlacakan catatan keuangan. Sifatnya yang terdesentralisasi menciptakan buku besar yang tahan terhadap gangguan, mengurangi kesalahan dan risiko penipuan.

Pencatatan transaksi *real-time blockchain* memungkinkan audit berkelanjutan, yang memungkinkan auditor mendeteksi anomali dan menilai data keuangan dengan segera. Fitur-fitur seperti rekonsiliasi data otomatis dan kontrak pintar menyederhanakan proses audit, yang memungkinkan auditor untuk fokus pada aktivitas bernilai lebih tinggi seperti deteksi penipuan dan analisis risiko. Dari keungulan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tersebut, AI melengkapi *blockchain* dengan menyediakan kemampuan analisis data tingkat lanjut. Alat yang didukung AI dapat memproses sejumlah besar data keuangan dengan cepat, mengidentifikasi pola, anomali, dan indikator potensi penipuan. Algoritma pembelajaran mesin, misalnya, meningkatkan analisis prediktif dan deteksi anomali, yang memungkinkan penilaian risiko yang tepat. Sinergi teknologi AI dan *blockchain* meningkatkan kepercayaan pemangku kepentingan dengan menyediakan pelaporan keuangan yang akurat, transparan, dan andal. Studi diatas menggarisbawahi bahwa adopsi AI dan *blockchain* yang efektif tidak hanya meningkatkan kualitas audit, tetapi juga memperkuat tata kelola dan kepatuhan perusahaan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



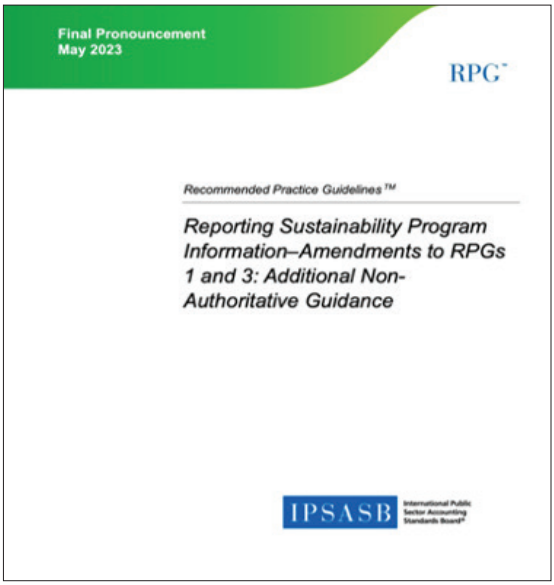
BAB VIII
AUDIT KARBON PADA SEKTOR PUBLIK

A. Implementasi Audit Karbon di Sektor Publik Indonesia

Dalam menghadapi tantangan global berupa perubahan iklim dan kebutuhan akan keberlanjutan, *International Public Sector Accounting Standards Board* (IPSASB) telah mengembangkan kerangka pelaporan yang relevan dengan standar *International Financial Reporting Standards* (IFRS), khususnya IFRS S1 (*Sustainability Disclosures*) dan IFRS S2 (*Climate-related Disclosures).* Adaptasi ini bertujuan untuk meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam pelaporan sektor publik terkait isu lingkungan, sosial, dan tata kelola. Dengan mempertimbangkan pendekatan unik sektor publik, IPSASB menyediakan panduan melalui *Recommended Practice Guidelines* (RPG) yang mencerminkan prinsip-prinsip utama IFRS, dengan menyesuaikannya untuk memenuhi kebutuhan sektor publik.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

IPSASB mengakui bahwa pelaporan keberlanjutan dan perubahan iklim bukan hanya tanggung jawab sektor swasta, melainkan juga menjadi komponen penting bagi sektor publik dalam memastikan pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan. RPG 1, "*Reporting on the Long-term Sustainability of an Entity's Finances,*" memberikan pedoman tentang bagaimana entitas sektor publik dapat melaporkan dampak kebijakan dan program keberlanjutan terhadap proyeksi arus masuk dan keluar kas di masa depan. Panduan ini menyoroti tiga dimensi utama keberlanjutan fiskal: layanan, pendapatan, dan utang. Dimensi ini dipengaruhi oleh kebijakan keberlanjutan, termasuk inisiatif mitigasi perubahan iklim seperti pengurangan emisi karbon atau adaptasi terhadap risiko iklim.



Sumber: IPSASB

Gambar 8.1 IPSAS RPGs 1 dan 3

Salah satu prinsip utama yang diadopsi dari IFRS S1 dan S2 adalah pentingnya pengungkapan risiko terkait iklim. RPG 2, "*Financial Statement Discussion and Analysis,*" memberikan panduan bagi entitas sektor publik untuk mendiskusikan tren eksternal, risiko,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dan ketidakpastian yang dapat memengaruhi posisi keuangan mereka, termasuk pengungkapan karbon. Risiko karbon, seperti potensi kebijakan dari pemerintah yang menimbulkan karbon, diidentifikasi sebagai elemen yang perlu diungkapkan secara transparan. Lebih jauh, RPG 2 menekankan pentingnya menjelaskan bagaimana risiko-risiko ini dikelola, serta bagaimana strategi dan kebijakan entitas mencerminkan komitmen mereka terhadap tujuan keberlanjutan.

Adaptasi IPSAS juga terlihat dalam panduan pelaporan kinerja layanan yang diatur dalam RPG 3, "*Reporting Service Performance Information*." RPG 3 menekankan pengungkapan kinerja entitas sektor publik dalam mencapai tujuan keberlanjutan melalui indikator kinerja yang relevan, seperti *input, output*, dan *outcome* dari program keberlanjutan. Sebagai contoh, dalam konteks program mitigasi karbon yang dibiayai melalui obligasi hijau, laporan kinerja harus mencakup biaya per unit (misalnya, biaya per pohon yang ditanam), hasil langsung (jumlah pohon yang ditanam), dan dampak jangka panjang (jumlah karbon yang diserap). Pendekatan serupa dapat diterapkan untuk program lain seperti pengenaan pajak karbon, investasi infrastruktur hijau, atau pengeluaran pajak untuk mendukung efisiensi energi.

Panduan IPSASB tidak hanya berfokus pada pelaporan historis, tetapi juga pada proyeksi masa depan. RPG 1 menyediakan kerangka untuk memproyeksikan arus masuk dan keluar kas terkait kebijakan keberlanjutan, dengan menggunakan asumsi berbasis data demografis dan ekonomi. Analisis sensitivitas dianjurkan untuk mengukur dampak perubahan asumsi terhadap proyeksi ini, misalnya entitas sektor publik dapat melaporkan dampak program mitigasi iklim terhadap pertumbuhan ekonomi dan pendapatan pajak, atau bagaimana risiko iklim dapat memengaruhi nilai aset publik, seperti infrastruktur yang rentan terhadap bencana. Salah satu inovasi penting dalam pendekatan IPSASB adalah keterkaitan erat antara pelaporan keberlanjutan dan inisiatif global seperti *Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD)*. IPSASB mendukung prinsip-prinsip TCFD, termasuk pengungkapan risiko dan peluang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

terkait keberlanjutan, serta integrasi elemen-elemen ini ke dalam strategi dan operasi entitas.

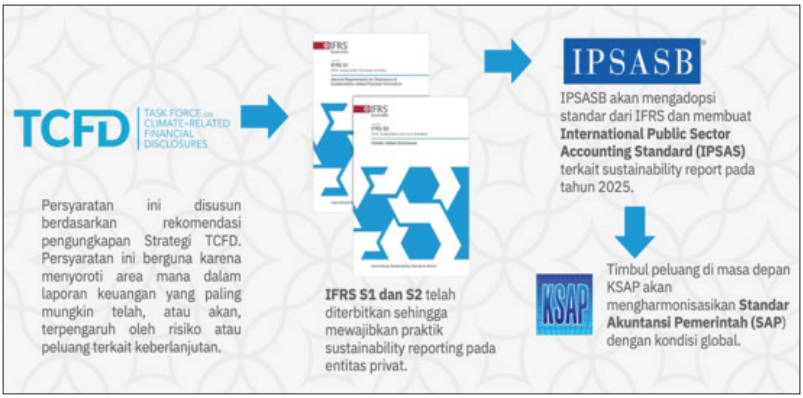
Selain itu, IPSASB mendorong kerja sama dengan badan standar lainnya, seperti IFRS Foundation, untuk memastikan harmonisasi standar pelaporan keberlanjutan di seluruh dunia. Upaya ini mencakup pengembangan panduan tambahan untuk memastikan bahwa pelaporan sektor publik tidak hanya memenuhi kebutuhan lokal, tetapi juga relevan secara global. Implementasi prinsip-prinsip IPSAS dan adaptasinya terhadap IFRS S1 dan S2 terlihat jelas dalam contoh-contoh pelaporan keberlanjutan yang disediakan dalam panduan RPG. Sebagai ilustrasi, sebuah program reboisasi yang dibiayai melalui obligasi hijau memerlukan pengungkapan input (biaya per pohon yang ditanam), *output* (jumlah pohon yang ditanam), dan *outcome* (jumlah karbon yang diserap). Contoh lainnya adalah program pajak karbon yang bertujuan untuk membiayai pembangunan stasiun pengisian kendaraan listrik, yang memerlukan pengungkapan biaya, jumlah stasiun yang dibangun, dan dampaknya terhadap adopsi kendaraan emisi nol. Program ini menunjukkan bagaimana prinsip-prinsip pelaporan keberlanjutan dapat diterapkan secara praktis untuk meningkatkan transparansi dan akuntabilitas.

Di sisi lain, IPSAS juga menyediakan panduan terkait pengelolaan sumber daya alam. Proyek sumber daya alam yang sedang dikembangkan oleh IPSASB bertujuan untuk memberikan panduan pengakuan, pengukuran, penyajian, dan pengungkapan aset sumber daya alam. Proyek ini relevan dalam konteks keberlanjutan karena sumber daya alam merupakan komponen penting dari strategi adaptasi perubahan iklim, misalnya pemerintah dapat melaporkan nilai ekonomis sumber daya alam sebelum dan sesudah eksploitasi untuk menunjukkan dampak kebijakan lingkungan terhadap keberlanjutan jangka panjang.

Secara keseluruhan, adaptasi IPSAS terhadap IFRS S1 dan S2 mencerminkan komitmen untuk memastikan bahwa sektor publik memainkan peran aktif dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan keberlanjutan. Dengan menyediakan kerangka kerja pelaporan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

yang transparan dan akuntabel, IPSASB membantu entitas sektor publik untuk lebih memahami dan mengelola dampak lingkungan dan sosial dari kebijakan mereka, serta memberikan informasi yang relevan kepada pemangku kepentingan. Langkah ini tidak hanya memperkuat akuntabilitas sektor publik, tetapi juga mendukung upaya global untuk mencapai keberlanjutan yang inklusif dan berkelanjutan.



Sumber: IAI (2025)

Gambar 8.2a Perubahan SAP akibat IFRS S1 dan S2

Bahkan, IPSAS menargetkan bahwa mereka akan mengeluarkan draft pertama dari IPSAS *Sustainabillity Reporting Standard* (SRS) pada Februari 2025. Jika standar ini berhasil diresmikan, seluruh entitas publik, tanpa terkecuali pemerintah, akan menyusun laporan berkelanjutan seperti halnya yang dilakukan oleh entitas non-publik.

Pembentukan IPSAS SRS ini juga akan menimbulkan "gejolak" yang besar pada standar-standar di Indonesia. Ikatan Akuntan Indonesia (IAI) yang sudah mulai melakukan adaptasi tampaknya tidak menghadapi masalah berarti dalam mengadopsi IFRS S1 dan S2 ke dalam PSAK Indonesia. Namun, hal sebaliknya dapat terjadi jika melihat kesiapan Standar Akuntansi Pemerintah (SAP) terhadap isu keberlanjutan ini.

Dalam beberapa tahun kedepan, bukan tidak mungkin SAP kementerian/lembaga/pemerintah daerah di Indonesia akan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

menerapkan standar terkait isu-isu keberlanjutan. Dibutuhkan tenaga ekstra mengingat penyesuaian ke dalam akuntansi pemerintahan tidak semudah dibanding peleburan standar dari IFRS ke PSAK. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa pengecualian atau kasus khusus tertentu pada SAP karena menyesuaikan dengan kondisi pemerintahan.Ketika SAP terkait isu keberlanjutan terbit, maka mau tidak mau instansi pemerintah akan menghadapi tuntutan yang semakin besar untuk menyusun laporan keberlanjutan. Laporan ini tidak hanya menjadi dokumen pelengkap, tetapi juga bagian integral dari strategi tata kelola modern. Dalam hal ini, pemerintah perlu mempersiapkan diri untuk menyusun laporan yang lebih komprehensif, termasuk laporan keuangan yang memuat pengungkapan terkait aspek keberlanjutan, seperti dampak lingkungan, efisiensi sumber daya, dan kontribusi sosial. Langkah ini tidak hanya mencerminkan transparansi dan akuntabilitas, tetapi juga menunjukkan komitmen terhadap tujuan pembangunan berkelanjutan yang telah dicanangkan secara global.



Sumber: INTOSAI (2019)

Gambar 8.2b Proses Pemaksimalan Audit Kinerja atas Karbon

Dalam perspektif akuntansi sektor publik, penyusunan laporan keuangan yang mencakup elemen keberlanjutan memerlukan adaptasi signifikan terhadap sistem pencatatan dan pelaporan yang ada. Akun-akun baru, seperti emisi gas rumah kaca, penggunaan energi terbarukan, atau nilai aset lingkungan, mungkin perlu dimasukkan ke dalam laporan keuangan. Pengungkapan ini tidak hanya bersifat informatif, tetapi juga menjadi alat strategis untuk mendorong pengambilan keputusan yang berbasis data. Dengan adanya informasi keberlanjutan yang terintegrasi ke dalam laporan keuangan, pemerintah dapat lebih memahami dampak dari kebijakan publik

Buku ini tidak diperjualbelikan.

yang diterapkan serta bagaimana keputusan tersebut memengaruhi masyarakat, lingkungan, dan ekonomi secara lebih luas.

B. *Framework* Audit Karbon di BPK

Sejauh ini, audit yang dilakukan oleh BPK selaku *Supreme Audit Institution* (SAI) dalam mengawal karbon di Indonesia adalah melalui audit/pemeriksaan kinerja atas SDGs. Jenis pemeriksaan ini bertujuan untuk memeriksa tingkat ketercapaian dari program-program yang dicanangkan oleh Kementerian/Lembaga dalam mencapai target-target SDGs tertentu, termasuk di dalamnya target karbon.

INTOSAI menerbitkan *IDI's SDGs Audit Model* (ISAM) dengan didasarkan pada lima prinsip. Salah satu prinsip tersebut adalah bahwa audit terhadap implementasi SDGs merupakan audit kinerja yang mengacu pada ISSAI. Prinsip lainnya adalah fokus pada hasil dari proses dan program implementasi SDGs, dengan menekankan dampak audit—yang akan dijelaskan lebih lanjut dalam bab berikutnya dengan sorotan pada dampak audit pada berbagai tahap audit.

Untuk dapat secara efektif berkontribusi pada implementasi SDGs, sangat penting bagi BPK untuk melakukan audit berkualitas tinggi dan berdampak besar. Artinya, kualitas dan dampak harus berjalan beriringan. Oleh karena itu, dalam melakukan audit implementasi SDGs, BPK mengintegrasikan ISSAI dan pertimbangan terkait dampak audit. Mengingat bahwa audit pengawalan karbon adalah audit kinerja, INTOSAI merekomendasikan penggunaan proses audit yang sejalan dengan ISSAI 300 dan ISSAI 3000. ISSAI 300 menetapkan prinsip-prinsip audit kinerja yang harus dipertimbangkan sebelum dimulai dan selama proses audit, sementara ISSAI 3000 memberikan persyaratan untuk praktik profesional audit kinerja. Dalam bab berikutnya dari ISAM, INTOSAI menyediakan daftar periksa untuk setiap tahap audit karbon.

Selain itu, terdapat pertimbangan kunci untuk memfasilitasi dampak audit dari audit semacam ini. Dampak audit merujuk pada kontribusi pekerjaan audit BPK terhadap efek positif bagi masyarakat dan lingkungan, terutama bagi mereka yang tertinggal.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BPK memberikan nilai tambah melalui pengawasan eksternal yang independen untuk memastikan akuntabilitas, transparansi, inklusivitas, perilaku etis, dan efektivitas tata kelola publik (INTOSAI P-12).

Pentingnya dampak audit semakin meningkat dalam audit implementasi SDGs karena audit ini menilai proses dan program pemerintah yang bertujuan memberikan layanan yang sangat terkait dengan hak asasi manusia dasar, seperti kesetaraan, akses air bersih, kesehatan, pendidikan, pengentasan kemiskinan dan kelaparan, penanganan perubahan iklim, ketenagakerjaan, dan berbagai aspek pembangunan berkelanjutan lainnya.

Melalui audit implementasi SDGs, BPK memberikan rekomendasi mengenai ekonomi, efisiensi, dan efektivitas proses dan program pemerintah, serta mengungkapkan area di mana masih terdapat ruang untuk perbaikan, seperti kurangnya koherensi dan integrasi kebijakan, proses yang tidak efektif atau tidak efisien, kelompok rentan yang tertinggal, tidak tercapainya hasil yang diinginkan, dan sebagainya. Dengan demikian, meningkatkan dampak audit ini mendukung tujuan dan prinsip Agenda 2030.

Dampak audit bukanlah sesuatu yang hanya dipertimbangkan setelah audit selesai, karena pada tahap tersebut akan terlambat untuk menciptakan perubahan yang signifikan. Dampak audit harus menjadi bagian integral dari proses perencanaan BPK. Oleh karena itu, disarankan agar BPK mengembangkan *Strategic Audit Plan* dan *Annual Audit Plans* yang memungkinkan perencanaan strategis untuk menghasilkan audit yang relevan dan berdampak tinggi. Langkah ini tidak hanya memastikan efisiensi proses audit, tetapi juga memperkuat relevansi audit dengan kebutuhan nyata dari implementasi kebijakan publik.

Meskipun demikian, mencapai dampak audit tidak dapat dilakukan secara mandiri oleh BPK. Dampak audit adalah tanggung jawab bersama yang melibatkan berbagai pihak dalam rantai nilai dan ekosistem akuntabilitas. Dalam rangka memberikan kontribusi yang maksimal, BPK perlu memetakan ekosistem tempat mereka

Buku ini tidak diperjualbelikan.

beroperasi dan mengidentifikasi aktor serta proses yang relevan untuk dilibatkan selama audit berlangsung. Selain itu, penting untuk memastikan bahwa seluruh elemen dalam rantai nilai bekerja secara terpadu guna menghasilkan dampak audit yang diinginkan. Hal ini menuntut BPK untuk secara aktif melibatkan para pemangku kepentingan daripada hanya berharap mereka menggunakan laporan audit dan menindaklanjuti rekomendasi yang diberikan.

Keterlibatan pemangku kepentingan dalam proses audit menjadi elemen kunci untuk mencapai dampak yang lebih luas. Keterlibatan ini menciptakan rasa memiliki terhadap hasil audit, meningkatkan relevansi, dan memperkuat rekomendasi audit yang dihasilkan. Manfaat yang dirasakan BPK dari keterlibatan pemangku kepentingan sangat luas, mulai dari identifikasi risiko yang lebih baik, audit yang lebih relevan, hingga peningkatan kapasitas dan kredibilitas. Selain itu, keterlibatan ini memungkinkan akses terhadap informasi tambahan dan langsung yang memperkaya analisis audit. Dalam konteks yang lebih luas, langkah ini membantu membangun ekosistem akuntabilitas yang lebih kuat, transparan, dan inklusif.

Di sisi lain, pemangku kepentingan juga mendapatkan manfaat dari hasil kerja BPK untuk mendukung peran mereka sendiri. Contohnya, anggota parlemen dan manajer pemerintah dapat menggunakan hasil audit untuk mendukung pengambilan keputusan, sedangkan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) dan kelompok rentan dapat memanfaatkannya untuk advokasi perubahan. Media, akademisi, dan lembaga penelitian juga dapat menggunakan hasil audit untuk menyebarluaskan informasi dan memperdalam kajian terkait kebijakan publik. Dengan demikian, keterlibatan pemangku kepentingan tidak hanya menguatkan dampak audit, tetapi juga menciptakan sinergi dalam ekosistem akuntabilitas, mendorong perubahan yang lebih luas dan berkelanjutan.

Dengan melibatkan pemangku kepentingan sejak awal hingga akhir proses audit, BPK dapat memastikan bahwa audit tidak hanya menjadi alat untuk menilai kinerja pemerintah, tetapi juga sebagai instrumen strategis untuk mendorong reformasi yang berdampak

Buku ini tidak diperjualbelikan.

positif bagi masyarakat dan lingkungan. Upaya kolaboratif ini memperkuat posisi BPK sebagai aktor utama dalam memastikan tata kelola yang transparan, inklusif, dan akuntabel, sekaligus mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs). Terakhir namun tidak kalah penting, dampak audit juga berasal dari pelaksanaan rekomendasi audit dan bagaimana entitas yang bertanggung jawab menangani permasalahan mendasar yang diidentifikasi dalam audit. Untuk menilai hal ini, penting bagi BPK memiliki sistem tindak lanjut yang kuat.

Tindak lanjut terhadap audit implementasi SDGs merujuk pada pemeriksaan terhadap tindakan korektif yang dilakukan oleh pihak-pihak yang bertanggung jawab berdasarkan hasil audit. Tindak lanjut audit memperkuat dampak audit dan menjadi dasar untuk peningkatan pekerjaan audit di masa depan. BPK (SAI) dapat menggunakan berbagai metode untuk menindaklanjuti audit implementasi SDGs, tergantung pada mandat, praktik audit, dan kapasitas yang dimiliki.

Metode-metode tersebut dapat mencakup pertemuan dengan manajemen entitas yang diaudit, permintaan informasi tertulis tentang kemajuan pada interval tertentu, panggilan telepon atau kunjungan lapangan terbatas, pengumpulan informasi melalui tim audit lain, atau pelaksanaan audit tindak lanjut. Data yang dikumpulkan akan memberikan informasi tentang proses penilaian sejauh mana situasi yang ditemukan selama audit telah ditangani setelah audit dilaksanakan, dilaporkan, dan laporannya disampaikan kepada pihak yang bertanggung jawab.

Dalam konteks audit karbon, audit tindak lanjut memiliki peran yang sangat penting. BPK perlu melakukan audit tindak lanjut baik untuk memastikan tindakan yang diambil atas rekomendasi audit, maupun untuk memahami sejauh mana BPK telah berkontribusi terhadap NZE. Pemahaman ini sangat berguna bagi BPK untuk belajar dari pengalamannya sendiri dan mengidentifikasi peluang untuk meningkatkan praktik auditnya, proses perencanaan untuk menghasilkan dampak, keterlibatan dengan pemangku kepentingan, dan aspek-aspek lainnya.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Sebagai kesimpulan, untuk melakukan audit karbon, BPK perlu mematuhi ISSAI yang relevan terkait audit kinerja, menggunakan pendekatan *whole-of-government*, mempertimbangkan prinsip "tidak meninggalkan siapa pun di belakang" (*leave no one behind*), serta melibatkan pemangku kepentingan multistakeholder. Selain itu, BPK harus memikirkan dampak audit dengan merencanakannya secara matang, membangun koalisi yang kuat dengan para pemangku kepentingan, dan menindaklanjuti rekomendasi audit.

Bergantung pada mandat dan kapasitasnya, BPK dapat menyiapkan sebuah template rencana aksi yang akan diisi oleh entitas yang diaudit untuk merinci tindakan apa saja yang akan dilakukan guna menindaklanjuti rekomendasi BPK. Template rencana aksi sebagaimana Gambar 8.3 ini dapat mencakup, untuk setiap rekomendasi audit, rincian tindakan yang direncanakan, pihak yang bertanggung jawab dalam entitas tersebut, batas waktu pelaksanaan, dan manfaat yang diharapkan dari pelaksanaan tindakan tersebut.

Audit's title and number: _____
Audited entity: _____ Date: _____

Recommendation	Actions to be implemented	Responsible for each action	Deadline	Benefits
Mention each recommendation made by the SAI in the audit report.	Measures that will be taken to fulfil the SAI's recommendation.	Identify the person or unit who is responsible for each action.	Deadline when the measures will be implemented.	After the follow-up, report the effective benefits with the implementation of the deliberation, quantifying it whenever possible.

Sumber: ISAM (2024)

Gambar 8.3 Template Tindak Lanjut dari ISAM

Beberapa audit atas SDGs yang sudah pernah dilakukan BPK tercermin pada Gambar 8.4. Gambar tersebut menunjukkan rangkaian kegiatan audit yang dilakukan oleh BPK dalam mendukung implementasi Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) di tingkat nasional, regional, dan global. Audit ini meliputi berbagai aspek SDGs, termasuk kesiapan, implementasi, hingga audit tematik pada isu-isu spesifik yang terkait kabon. Melalui pendekatan ini, BPK tidak hanya

Buku ini tidak diperjualbelikan.

berperan sebagai pengawas, tetapi juga memberikan rekomendasi dan pandangan ke depan untuk mendorong pencapaian NZE bagi Indonesia.

Pada tahun 2018, BPK memulai audit kesiapan (*Preparedness Audit*) untuk implementasi SDGs. Langkah ini penting karena mengevaluasi sejauh mana pemerintah telah mempersiapkan kebijakan, anggaran, dan institusi untuk mendukung implementasi SDGs. Audit ini menjadi fondasi bagi audit selanjutnya yang lebih mendalam. Pada tahun 2019, dilakukan audit implementasi SDGs untuk menilai kemajuan nyata dari penerapan kebijakan SDGs, termasuk efektivitas program yang dijalankan oleh pemerintah dalam rangka mengejar target NZE.

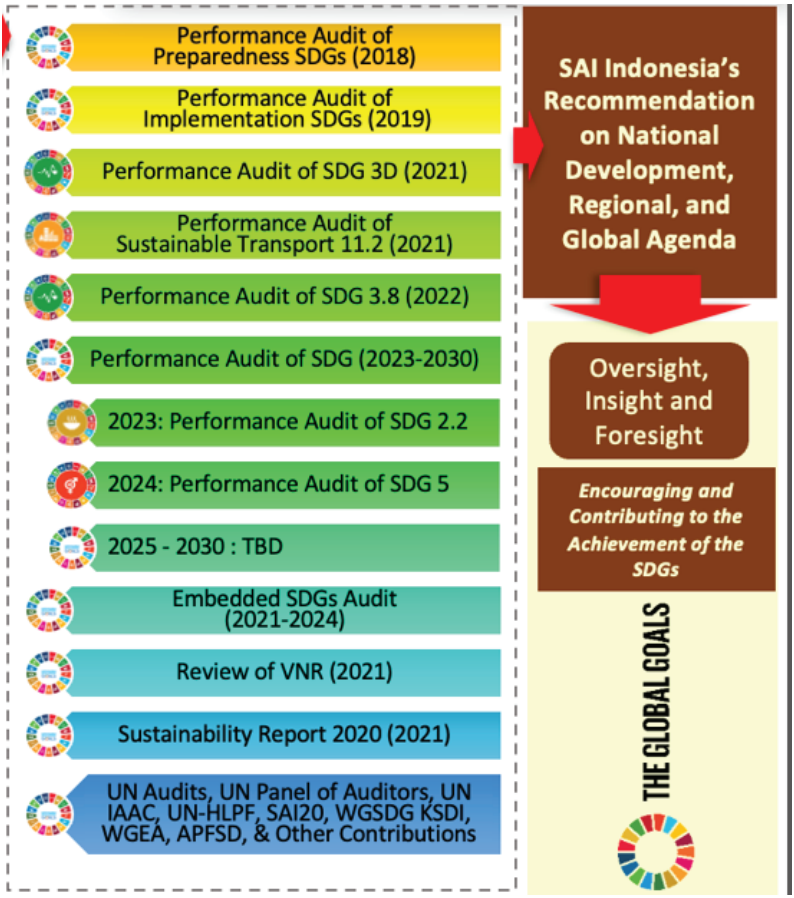
Selanjutnya, pada tahun 2021 dan 2022, BPK melaksanakan audit kinerja yang lebih terfokus pada target spesifik SDGs, seperti kesehatan (SDG 3D), transportasi berkelanjutan (SDG 11.2), dan kesehatan universal (SDG 3.8). Audit ini tidak hanya mengevaluasi efektivitas kebijakan, tetapi juga mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan, seperti keberlanjutan sistem transportasi dan akses kesehatan bagi kelompok rentan. Khusus untuk transportasi berkelanjutan, audit BPK salah satunya menyasar bagaimana transportasi tersebut dapat ramah terhadap lingkungan dengan indikator tidak banyak mengeluarkan karbon atau bahkan nol karbon.

Komitmen BPK juga terlihat dari kontribusinya dalam berbagai forum internasional, seperti panel auditor PBB, UN-HLPF, dan kolaborasi dengan organisasi seperti SAI20 dan WGSDG. Melalui peran ini, BPK memastikan bahwa temuan dan rekomendasi auditnya memiliki relevansi tidak hanya di tingkat nasional, tetapi juga mendukung agenda pembangunan regional dan global. Selain itu, tinjauan *Voluntary National Review* (VNR) dan laporan keberlanjutan (*Sustainability Report*) menjadi bagian integral dari pendekatan ini, memberikan informasi yang lebih kaya untuk mendukung implementasi SDGs.

Gambar 8.4 juga menyoroti tiga elemen utama dalam pendekatan BPK, yaitu pengawasan, wawasan, dan pandangan ke depan (*Oversight,*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Insight, and Foresight). Ketiga elemen ini saling melengkapi dalam mendorong akuntabilitas, meningkatkan efektivitas kebijakan, dan mengidentifikasi peluang untuk kolaborasi lintas sektor. Dengan memanfaatkan pendekatan ini, BPK mampu memberikan kontribusi yang signifikan dalam mendukung pencapaian NZE dan menjawab tantangan pembangunan yang kompleks.



Sumber: IHPS BPK RI (2023)

Gambar 8.4 Audit atas SDGs yang Pernah Dilakukan BPK

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Melalui audit yang dilakukan secara berkelanjutan, BPK memberikan rekomendasi strategis kepada pemerintah untuk meningkatkan kebijakan pembangunan nasional. Pendekatan yang terintegrasi ini mencerminkan peran BPK sebagai mitra pembangunan yang tidak hanya mengawasi, tetapi juga memberikan nilai tambah dalam proses pengambilan keputusan. Hal ini sejalan dengan tujuan SDGs untuk memastikan keberlanjutan pembangunan yang inklusif dan berkelanjutan bagi semua pihak, termasuk kelompok yang paling rentan.

C. Audit Terkait Karbon yang Pernah Dilakukan BPK

Dalam rangka memenuhi mandat undang-undang dan mendukung pencapaian target keberlanjutan Indonesia, BPK pernah melakukan beberapa audit, baik itu kinerja maupun tujuan tertentu, terkait dengan program-program SDGs. Audit tersebut berfokus bagaimana pencapaian output maupun outcome dengan memerhatikan aspek efektivitas, efisiensi, dan ekonomis dari program tersebut.

1. Efektivitas Pencapaian SDGs pada Bappenas

Pemeriksaan kinerja atas tata kelola Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB)/*Sustainable Development Goals* (SDGs) oleh BPK bertujuan untuk menilai efektivitas pelaksanaan tata kelola SDGs di Indonesia pada periode tahun 2020 hingga semester I tahun 2023, termasuk di dalamnya terkait karbon. Pemeriksaan ini mencakup Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Kementerian PPN/Bappenas) serta instansi terkait lainnya di tingkat pusat dan daerah. Fokus utama pemeriksaan meliputi tiga aspek penting, yaitu kelembagaan pelaksanaan TPB/SDGs, sinkronisasi perencanaan pembangunan dengan target SDGs dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN), serta mekanisme pemantauan dan evaluasi capaian target SDGs.

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa tata kelola SDGs masih menghadapi berbagai tantangan. Salah satu temuan utama adalah

Buku ini tidak diperjualbelikan.

belum tersedianya regulasi turunan yang memadai untuk mendukung peran dan fungsi kelembagaan pelaksana TPB/SDGs, seperti Tim Koordinasi Nasional dan kelompok kerja terkait. Meskipun sudah ada pembentukan kelembagaan, desain kelembagaan dan pengaturan tugas serta fungsi belum sepenuhnya optimal sehingga menghambat koordinasi dan pelaksanaan program. Selain itu, penyusunan peta jalan SDGs serta rencana aksi nasional dan daerah (RAN/RAD) ditemukan belum sepenuhnya berdasarkan data yang valid dan relevan. Akibatnya, terjadi ketidaksesuaian antara sasaran SDGs dalam Peraturan Presiden dan dokumen perencanaan pembangunan lainnya.

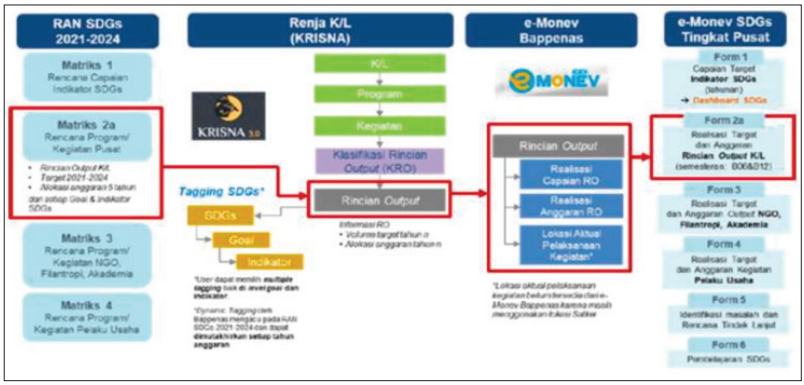
Pada aspek sinkronisasi perencanaan, terdapat ketidaksesuaian antara kebijakan strategis pembangunan nasional dengan target SDGs. Hal ini terlihat dari rendahnya tingkat integrasi sasaran SDGs dalam dokumen perencanaan dan penganggaran seperti RKP dan RKPD. Tagging atau pelabelan program/kegiatan pada aplikasi perencanaan seperti KRISNA juga ditemukan belum konsisten sehingga memengaruhi transparansi dan akurasi pelaporan capaian SDGs. Selain itu, masih terdapat perbedaan nomenklatur dan kodifikasi antara peta jalan, rencana aksi, dan dokumen perencanaan lainnya, yang menyulitkan pemantauan dan evaluasi lintas sektor.

Pemantauan dan evaluasi capaian SDGs di tingkat nasional dan daerah juga menjadi sorotan. Proses ini belum dilaksanakan secara menyeluruh, tepat waktu, dan konsisten. Aplikasi pemantauan yang digunakan untuk melacak capaian dan anggaran program terkait SDGs dinilai belum memadai, dengan pelaporan yang masih terbatas dan data indikator yang tidak lengkap.

Sebagai contoh, laporan pencapaian SDGs tingkat provinsi menunjukkan adanya data yang hilang atau tidak tersedia, menghambat analisis yang komprehensif. Selain itu, publikasi capaian SDGs kepada masyarakat luas juga masih kurang sehingga memengaruhi tingkat partisipasi dan dukungan dari berbagai pemangku kepentingan. Dengan demikian, pemeriksaan ini merekomendasikan agar Kementerian PPN/Bappenas bersama instansi terkait memperkuat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

regulasi kelembagaan, meningkatkan kualitas data dan penyelarasan dokumen perencanaan, serta memperbaiki sistem pemantauan dan evaluasi untuk memastikan pelaksanaan SDGs lebih efektif. Perbaikan tata kelola SDGs diharapkan dapat meningkatkan akuntabilitas dan keberlanjutan pembangunan sehingga tujuan SDGs untuk mencapai kesejahteraan masyarakat dan lingkungan yang berkelanjutan dapat tercapai sesuai dengan agenda global 2030.



Sumber: Bappenas (2024)

Gambar 8.5 Alur Monev SDGs oleh Bappenas

2. Aksi Mitigasi Perubahan Iklim di KLHK

Berdasarkan hasil pemeriksaan atas kinerja aksi mitigasi dan adaptasi perubahan iklim sektor kehutanan dan penggunaan lahan lainnya, terdapat sejumlah temuan penting yang memengaruhi efektivitas implementasi kebijakan ini. Pemerintah telah menginisiasi kebijakan *Forestry and Other Land Uses (FOLU) Net Sink* 2030 sebagai langkah strategis menuju penurunan emisi gas rumah kaca (GRK), namun implementasi kebijakan tersebut masih menghadapi tantangan signifikan.

Salah satu temuan utama adalah belum optimalnya pemantauan atas data deforestasi, yang tidak merinci secara jelas antara deforestasi terencana (*planned deforestation)* dan tidak terencana (*unplanned deforestation*). Selain itu, data kontribusi dari berbagai aktivitas

Buku ini tidak diperjualbelikan.

yang dirancang untuk menurunkan laju deforestasi terhadap emisi GRK juga belum dapat diidentifikasi dengan baik sehingga proses monitoring dan evaluasi sulit dilakukan secara efektif.

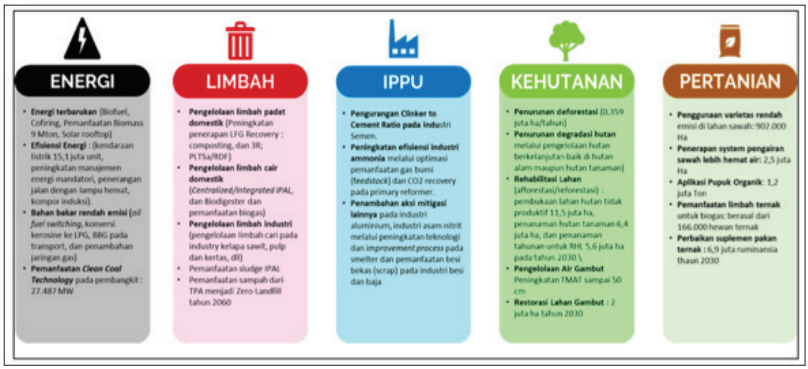
Pada aspek rehabilitasi hutan dan lahan, hasil kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL) masih belum signifikan memberikan kontribusi terhadap aksi mitigasi perubahan iklim. Tingkat keberhasilan penanaman RHL dalam mengembalikan fungsi hutan relatif rendah, berkisar antara 0,88% hingga 20,55% dari total luas area yang telah ditanam. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara rencana strategis dan implementasi di lapangan. Selain itu, sistem informasi yang mendukung pemantauan kerentanan terhadap bencana, seperti Sistem Informasi Data Indeks Kerentanan (SIDIK), masih belum sepenuhnya mempertimbangkan data spasial yang relevan, mengurangi keakuratan dalam identifikasi daerah prioritas mitigasi dan adaptasi.

Terkait pendanaan, sumber pendanaan non-APBN seperti perdagangan karbon dan pembayaran berbasis kinerja belum dapat diandalkan secara memadai. Sebagian besar pendanaan untuk mitigasi dan adaptasi perubahan iklim masih bergantung pada APBN, sementara mekanisme pendanaan alternatif belum optimal. Proses implementasi perdagangan karbon sebagai instrumen ekonomi juga mengalami hambatan, termasuk dalam aspek regulasi dan kesiapan sistem yang mendukung.

Rekomendasi yang diberikan oleh BPK untuk mengatasi permasalahan ini mencakup penguatan kerangka kelembagaan dan regulasi terkait aksi mitigasi dan adaptasi perubahan iklim, serta perbaikan pada sistem pemantauan dan evaluasi. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) diharapkan dapat memastikan sinkronisasi antara target yang telah ditetapkan dalam *Enhanced Nationally Determined Contribution (NDC)* dan implementasi di lapangan, terutama pada sektor kehutanan dan penggunaan lahan lainnya. Selain itu, peningkatan kapasitas teknologi dan integrasi data spasial menjadi langkah penting untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BPK juga merekomendasikan upaya yang lebih terfokus pada penurunan deforestasi melalui koordinasi lintas sektor yang lebih baik, termasuk melibatkan pemerintah daerah dan pihak swasta. Selain itu, pemerintah perlu mendorong keterlibatan komunitas lokal dalam kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan untuk memastikan keberlanjutan program dan pemberdayaan masyarakat. Pendekatan ini diharapkan tidak hanya meningkatkan efektivitas kebijakan , tetapi juga memperkuat kesadaran kolektif akan pentingnya aksi mitigasi perubahan iklim untuk generasi mendatang.



Sumber: LHP BPK (2024)

Gambar 8.6 Aksi Mitigasi Perubahan Iklim

D. Audit atas Laporan Keuangan yang Menungkapkan Karbon

Berdasarkan *roadmap sustainability reporting* yang dikeluarkan IAI, penyusunan standar keberlanjutan di Indonesia ditargetkan akan selesai sedini mungkin. Proses ini dimulai pada tahun 2024 dengan pengembangan kompetensi sebagai dasar bagi para pemangku kepentingan untuk memahami dan menerapkan standar tersebut. Penerbitan peta jalan Standar Pelaporan Keberlanjutan (SPK) menjadi langkah penting yang dilaksanakan pada tahun yang sama, diikuti oleh penyusunan draf SPK hingga awal tahun 2025. Tahap-tahap ini mencerminkan pendekatan komprehensif untuk membangun kerangka kerja yang kuat dan inklusif, memastikan semua sektor

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dapat mempersiapkan diri dengan baik sebelum implementasi penuh. Selama periode ini juga dilakukan penyusunan regulasi yang mengatur penggunaan SPK untuk memastikan kepatuhan yang luas di berbagai sektor.

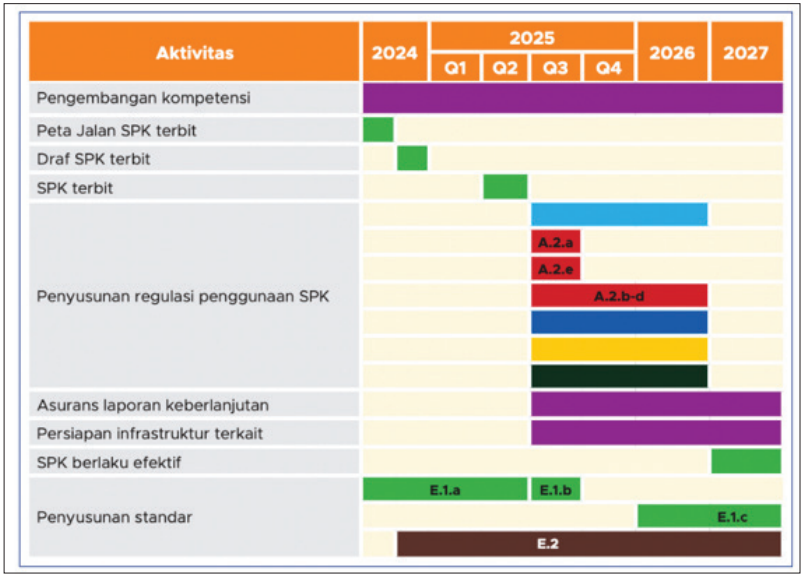
Setelah proses penyusunan dan penerbitan standar selesai pada tahun 2025, fokus bergeser pada persiapan infrastruktur yang diperlukan untuk mendukung penerapan SPK secara efektif. Asurans laporan keberlanjutan mulai diperkenalkan untuk memastikan akurasi dan transparansi pelaporan, sekaligus meningkatkan kepercayaan publik. SPK direncanakan untuk mulai berlaku secara efektif pada tahun 2027, memberikan waktu yang cukup bagi sektor-sektor terkait untuk melakukan penyesuaian operasional dan tata kelola. Dengan penerapan penuh SPK pada tahun 2027, Indonesia diharapkan mampu mencapai standar keberlanjutan yang sejalan dengan praktik terbaik global, memperkuat posisi negara dalam upaya pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan.

Seiring dengan akselerasi yang dilakukan sektor privat dalam penyusunan SPK, sektor publik juga turut bergerak aktif untuk tidak tertinggal. IPSAS telah menyusun *exposure draft 1 SRS* terkait dengan pengungkapan terkait perubahan iklim yang diperuntukkan oleh sektor publik termasuk pemerintahan. Menurut IPSASB, sektor publik, termasuk pemerintah, perlu melakukan *sustainability reporting* karena meningkatnya kebutuhan akan transparansi, akuntabilitas, dan pengambilan keputusan yang berbasis bukti dalam menghadapi dampak negatif perubahan iklim. Saat ini, tidak ada kerangka pelaporan internasional yang secara spesifik dirancang untuk sektor publik yang dapat mengintegrasikan dampak finansial, ekonomi, dan perubahan iklim dengan peran serta mandat sektor publik secara keseluruhan. Hal ini menciptakan kesenjangan informasi yang signifikan, terutama bagi pengguna laporan keberlanjutan di sektor publik seperti pasar modal dan pemangku kepentingan lainnya.

Pelaporan keberlanjutan sektor publik dibutuhkan untuk mendukung tindakan terkoordinasi di seluruh sektor ekonomi dalam mengatasi tantangan perubahan iklim. Pemerintah, sebagai pemimpin

Buku ini tidak diperjualbelikan.

perubahan, memiliki tanggung jawab besar dalam menciptakan kebijakan publik yang efisien dan mengelola program mitigasi serta adaptasi iklim. Namun, karena skala investasi yang dibutuhkan sangat besar, keterlibatan sektor swasta juga menjadi penting. Oleh karena itu, pelaporan keberlanjutan menyediakan kerangka kerja untuk memastikan bahwa tindakan pemerintah sesuai dengan praktik terbaik global, mendukung akuntabilitas yang lebih baik, dan memungkinkan keputusan yang lebih terinformasi melalui informasi yang konsisten, terverifikasi, dan dapat dibandingkan.



Sumber: IAI (2024)

Gambar 8.7 Lini Masa SPK

Dengan demikian, pelaporan keberlanjutan sektor publik tidak hanya menjadi alat transparansi, tetapi juga strategi penting untuk menghadapi tantangan keberlanjutan secara sistematis, memastikan pengelolaan yang efektif terhadap risiko dan peluang iklim, serta meningkatkan kepercayaan dari berbagai pihak, termasuk masyarakat, investor, dan pasar internasional.Terkait dengan hal tersebut, akan tiba masanya instansi pemerintah di Indonesia juga menyusun

Buku ini tidak diperjualbelikan.

sustainability report bahkan laporan keuangan yang memuat akun-akun yang berhubungan dengan pengungkapan terkait sustainability.

Penyusunan laporan keuangan dengan elemen keberlanjutan juga membuka peluang baru dalam audit oleh BPK terkait karbon. Selama ini, audit yang dilakukan BPK terkait keberlanjutan lebih berfokus pada audit kinerja, yang mengevaluasi efisiensi, efektivitas, dan ekonomisnya pelaksanaan program pemerintah. Namun, di masa depan, audit tersebut akan berkembang menjadi audit atas laporan keuangan yang memuat unsur keberlanjutan. Ini berarti auditor tidak hanya menilai apakah laporan keuangan mencerminkan kondisi keuangan yang wajar, tetapi juga apakah pengungkapan keberlanjutan yang disajikan mencerminkan dampak nyata dari aktivitas pemerintah terhadap lingkungan dan masyarakat.

Transformasi ini tentunya membawa tantangan baru dalam praktik audit sektor publik. Auditor perlu memiliki kompetensi tambahan untuk memahami dan mengevaluasi elemen-elemen keberlanjutan, termasuk kemampuan untuk menilai data lingkungan, indikator sosial, serta metodologi pelaporan keberlanjutan yang digunakan. Selain itu, standar audit perlu diperbarui untuk mencakup prosedur yang relevan dengan verifikasi data keberlanjutan, memastikan bahwa laporan keuangan pemerintah tidak hanya sesuai dengan standar akuntansi, tetapi juga mencerminkan keakuratan dan relevansi informasi keberlanjutan.

Dampak dari integrasi elemen keberlanjutan dalam laporan keuangan tidak hanya akan dirasakan di tingkat domestik, tetapi juga di tingkat internasional. Pemerintah Indonesia, dengan memperkuat transparansi dan akuntabilitas melalui pelaporan keberlanjutan, dapat meningkatkan reputasi globalnya dalam hal tata kelola yang bertanggung jawab. Hal ini juga dapat menarik lebih banyak investasi hijau, mengingat keberlanjutan menjadi salah satu faktor utama yang dipertimbangkan oleh investor global dalam pengambilan keputusan.

Pada akhirnya, upaya untuk menyusun laporan keuangan pemerintah yang memuat elemen keberlanjutan tidak hanya mencerminkan respons terhadap tren global, tetapi juga menjadi alat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

strategis untuk menciptakan nilai jangka panjang bagi masyarakat dan lingkungan. Proses ini membutuhkan kerja sama lintas sektor, termasuk pengembangan regulasi yang relevan, peningkatan kapasitas sumber daya manusia, serta adopsi teknologi yang mendukung transparansi data. Dengan langkah ini, pemerintah Indonesia tidak hanya memenuhi ekspektasi keberlanjutan, tetapi juga membangun fondasi yang kokoh untuk menghadapi tantangan pembangunan di masa depan.

Transformasi ini juga menggarisbawahi peran penting BPK dalam memverifikasi dan memastikan keandalan laporan keberlanjutan pemerintah. Sebagai institusi yang bertugas menjaga akuntabilitas keuangan negara, BPK diharapkan mampu menjawab tantangan ini dengan mengembangkan metodologi audit baru yang relevan, memastikan bahwa audit keberlanjutan tidak hanya meningkatkan kualitas pelaporan, tetapi juga memperkuat tata kelola pemerintah secara keseluruhan. Hal ini akan menjadi tonggak penting dalam perjalanan Indonesia menuju tata kelola keberlanjutan yang berkelas dunia.

BPK harus mulai mempersiapkan diri untuk menghadapi penerapan IFRS S1 dan IFRS S2, dua standar keberlanjutan yang telah diterbitkan oleh ISSB dan dirancang untuk meningkatkan transparansi informasi terkait keberlanjutan dalam laporan keuangan. Standar ini diproyeksikan akan diadopsi oleh International Public Sector Accounting Standards (IPSAS) pada tahun depan, yang merupakan standar akuntansi utama yang diterapkan oleh mayoritas lembaga di bawah naungan Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB). Mengingat peran BPK yang semakin berkembang sebagai mitra auditor pada organisasi internasional, khususnya lembaga-lembaga PBB, peluang untuk menghadapi standar ini dalam aktivitas audit menjadi sangat besar.

Persiapan yang matang menjadi kebutuhan strategis bagi BPK agar dapat menavigasi transisi ke standar akuntansi dan keberlanjutan baru ini. Langkah pertama yang perlu dilakukan adalah memperkuat pemahaman auditor terhadap IFRS S1 dan IFRS S2, termasuk

Buku ini tidak diperjualbelikan.

elemen-elemen inti seperti pengungkapan risiko dan peluang terkait keberlanjutan serta pelaporan dampak lingkungan, sosial, dan tata kelola (ESG). Hal ini dapat dicapai melalui program pelatihan intensif, sertifikasi terkait, serta pengembangan pedoman audit yang mengintegrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan dalam pelaporan keuangan. Selain itu, BPK juga perlu membangun kolaborasi dengan otoritas internasional seperti IPSASB dan ISSB untuk mendapatkan pemahaman langsung mengenai penerapan standar baru ini serta berpartisipasi dalam diskusi global tentang audit keberlanjutan.

Dengan adanya ekspansi aktivitas BPK ke arah audit lembaga internasional, termasuk lembaga-lembaga di bawah PBB, kesiapan dalam mengadopsi standar-standar ini tidak hanya akan meningkatkan kredibilitas dan reputasi BPK di tingkat global, tetapi juga memperkuat perannya dalam mengawal transparansi dan akuntabilitas laporan keuangan yang memuat elemen keberlanjutan. Sebagai SAI, BPK memiliki tanggung jawab untuk berada di garis depan dalam menilai kualitas pelaporan keberlanjutan yang semakin menjadi prioritas utama di dunia internasional. Dengan demikian, adaptasi terhadap IFRS S1 dan S2 akan menjadi langkah strategis untuk menghadapi tuntutan global dan memastikan BPK dapat menjalankan mandatnya secara efektif dalam konteks akuntansi dan audit keberlanjutan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAB IX
AUDIT KARBON SEBAGAI PILAR TRANSISI MENUJU EKONOMI RENDAH KARBON

A. Audit Karbon sebagai Instrumen Strategis Tata Kelola Keberlanjutan

Audit karbon telah menjadi instrumen fundamental dalam memastikan transparansi dan akuntabilitas dalam pelaporan emisi karbon di berbagai sektor, baik swasta maupun publik. Seiring dengan meningkatnya kesadaran global terhadap perubahan iklim dan keberlanjutan, praktik audit karbon berkembang dari sekadar mekanisme kepatuhan menjadi alat strategis yang dapat meningkatkan efisiensi operasional serta tata kelola keberlanjutan. Audit karbon tidak hanya berfungsi sebagai sarana verifikasi terhadap klaim keberlanjutan perusahaan, tetapi juga memainkan peran penting dalam membangun kepercayaan pemangku kepentingan. Investor, regulator, dan masyarakat luas semakin menaruh perhatian pada kredibilitas laporan emisi karbon sebagai bagian dari evaluasi terhadap

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tanggung jawab lingkungan sebuah entitas. Keberadaan audit karbon yang transparan mampu mengurangi risiko praktik greenwashing yang selama ini kerap mencemari integritas laporan keberlanjutan perusahaan.

Buku ini telah menguraikan bagaimana audit karbon berkembang sebagai respons terhadap kebutuhan akan sistem pelaporan yang lebih kredibel dan terverifikasi. Berbagai regulasi dan standar internasional telah dikembangkan untuk mendukung implementasi audit karbon, di antaranya Paris Agreement yang menetapkan target pengurangan emisi global, IFRS S2 yang mengatur tentang pengungkapan risiko dan peluang terkait iklim bagi perusahaan yang terdaftar di pasar modal, serta IPSASB yang merancang standar pelaporan bagi sektor publik untuk meningkatkan transparansi dalam pengelolaan dampak lingkungan. Selain itu, protokol pelaporan seperti GHG Protocol dan ISO 14064 telah menjadi acuan utama dalam penghitungan dan pelaporan emisi karbon secara lebih sistematis. Audit karbon kini semakin diakui sebagai bagian integral dari sistem tata kelola perusahaan dan sektor publik, bukan hanya sebagai alat kepatuhan terhadap regulasi, melainkan juga sebagai strategi bisnis yang mampu meningkatkan daya saing di era transisi menuju ekonomi hijau.

Meskipun demikian, implementasi audit karbon masih menghadapi berbagai tantangan yang cukup kompleks. Perbedaan metodologi dalam pengukuran emisi sering kali menjadi kendala utama, terutama karena setiap industri dan wilayah memiliki pendekatan yang berbeda dalam menentukan batasan emisi serta cakupan laporan karbon mereka. Kesulitan dalam memperoleh data yang akurat dan dapat diverifikasi juga menjadi hambatan yang sering ditemui, terutama di sektor dengan rantai pasokan global yang kompleks. Selain itu, belum adanya harmonisasi standar internasional yang seragam mengakibatkan ketidakkonsistenan dalam audit karbon lintas negara dan sektor industri. Perusahaan dan lembaga audit masih dihadapkan pada perbedaan pendekatan antara standar IFRS, IPSASB, dan berbagai regulasi nasional yang berlaku di setiap negara sehingga

Buku ini tidak diperjualbelikan.

diperlukan upaya sinkronisasi yang lebih kuat untuk memastikan audit karbon dapat diterapkan secara efektif di seluruh dunia.

Di sisi lain, keterbatasan kapasitas auditor dalam menilai risiko karbon juga menjadi tantangan tersendiri. Proses audit karbon tidak hanya menuntut pemahaman mendalam tentang prinsip akuntansi dan audit konvensional, tetapi juga memerlukan keahlian teknis dalam bidang keberlanjutan dan lingkungan. Auditor harus mampu menginterpretasikan data emisi karbon secara akurat, memahami dampak perubahan iklim terhadap operasional bisnis, serta mengidentifikasi potensi ketidaksesuaian dalam laporan keberlanjutan perusahaan. Dengan semakin kompleksnya proses audit karbon, metode audit tradisional mungkin tidak lagi cukup untuk menangani audit berbasis lingkungan yang sangat bergantung pada data digital dan teknologi analitik yang canggih.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, berbagai solusi inovatif mulai diterapkan untuk mengatasi tantangan dalam audit karbon. Penggunaan *blockchain* memungkinkan sistem pelaporan karbon yang lebih transparan dan tidak dapat dimanipulasi, terutama dalam transaksi perdagangan karbon yang mengharuskan adanya verifikasi kredit karbon secara *real-time*. Artificial Intelligence dan machine learning juga semakin banyak digunakan untuk mendeteksi pola anomali dalam pelaporan emisi karbon sehingga membantu auditor dalam mengidentifikasi potensi kesalahan atau penyimpangan data. Sementara itu, analitik *big data* memungkinkan pengolahan data emisi dalam skala besar dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi sehingga proses audit karbon dapat dilakukan secara lebih efisien dan sistematis.

Dampak dari audit karbon tidak hanya terbatas pada aspek lingkungan, tetapi juga memiliki dimensi ekonomi dan sosial yang luas. Dari perspektif ekonomi, audit karbon berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi operasional perusahaan dengan membantu mereka mengidentifikasi peluang pengurangan emisi yang dapat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

berujung pada penghematan biaya energi dan bahan baku. Selain itu, audit karbon semakin menjadi faktor kunci dalam menarik investor berbasis ESG yang semakin mempertimbangkan aspek keberlanjutan dalam keputusan investasi mereka. Perusahaan yang memiliki sistem audit karbon yang transparan dan kredibel lebih dipandang sebagai entitas yang bertanggung jawab secara sosial dan memiliki daya tahan jangka panjang yang lebih baik di tengah tekanan regulasi yang semakin ketat.

Dari sisi regulasi, audit karbon juga membantu perusahaan mengurangi risiko litigasi dan sanksi hukum akibat ketidakpatuhan terhadap kebijakan lingkungan. Dengan adanya regulasi yang semakin ketat, perusahaan yang tidak memiliki sistem audit karbon yang kuat berisiko menghadapi denda besar serta kehilangan akses ke pasar yang semakin mengedepankan transparansi lingkungan. Melalui audit karbon yang kredibel, perusahaan dapat memastikan bahwa mereka telah mematuhi standar yang berlaku dan terhindar dari potensi sengketa hukum yang dapat berdampak pada reputasi mereka.

Dari perspektif sosial, audit karbon memiliki peran penting dalam meningkatkan kesadaran publik terhadap isu keberlanjutan. Dengan adanya audit yang transparan, masyarakat dapat memperoleh informasi yang lebih akurat tentang jejak karbon perusahaan dan dampak lingkungan dari aktivitas bisnis yang mereka jalankan. Hal ini mendorong peningkatan akuntabilitas perusahaan karena laporan keberlanjutan yang diaudit secara independen memungkinkan pemangku kepentingan untuk menilai sejauh mana perusahaan benar-benar berkomitmen terhadap mitigasi perubahan iklim. Selain itu, audit karbon juga berkontribusi dalam memastikan bahwa kebijakan lingkungan diterapkan secara adil dan inklusif sehingga tidak hanya menguntungkan segelintir pihak, tetapi juga membawa manfaat bagi seluruh lapisan masyarakat.

Dengan demikian, audit karbon telah berkembang menjadi alat yang sangat penting dalam pengelolaan keberlanjutan. Dengan meningkatnya regulasi global dan tuntutan transparansi dari investor serta masyarakat, peran audit karbon akan semakin krusial dalam

Buku ini tidak diperjualbelikan.

mendukung transisi menuju ekonomi rendah karbon. Namun, keberhasilan implementasi audit karbon sangat bergantung pada dukungan regulasi yang kuat, kesiapan teknologi yang mumpuni, serta peningkatan kapasitas auditor dalam menangani audit berbasis lingkungan. Oleh karena itu, kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan auditor profesional menjadi faktor kunci dalam memastikan bahwa audit karbon dapat berkontribusi secara signifikan dalam mencapai target *net-zero emissions* serta membangun ekonomi hijau yang lebih inklusif dan berkelanjutan.

B. Implikasi dan Rekomendasi terkait Kebijakan Audit Karbon

Untuk memastikan bahwa audit karbon dapat diterapkan secara lebih luas dan efektif, diperlukan berbagai strategi yang mencakup aspek regulasi, penguatan kapasitas auditor, pemanfaatan teknologi, integrasi dalam manajemen perusahaan, serta dukungan pemerintah melalui insentif fiskal dan investasi dalam infrastruktur hijau.

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah memperkuat regulasi dan standarisasi audit karbon, baik di sektor publik maupun swasta. Pemerintah dan badan regulator perlu mengembangkan kerangka regulasi yang lebih tegas dan komprehensif agar pelaporan emisi karbon dapat dilakukan secara transparan dan akuntabel. Harmonisasi antara berbagai standar pelaporan karbon, seperti IFRS, IPSASB, serta regulasi lingkungan di tingkat nasional dan internasional, sangat diperlukan agar data emisi yang disajikan oleh perusahaan dan institusi publik dapat dibandingkan secara global. Tanpa adanya standar yang seragam, audit karbon berisiko menjadi alat yang tidak efektif dalam memastikan transparansi dan akurasi data emisi. Oleh karena itu, sinergi antara lembaga regulasi, asosiasi profesi akuntansi, serta sektor industri harus terus diperkuat guna menciptakan sistem audit karbon yang lebih terintegrasi.

Selain penguatan regulasi, peningkatan kapasitas auditor dan lembaga verifikasi juga menjadi aspek penting dalam memastikan efektivitas audit karbon. Pelaksanaan audit karbon memerlukan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

pemahaman mendalam terhadap berbagai metodologi pengukuran emisi, analisis keberlanjutan, serta standar pelaporan yang terus berkembang. Pelatihan khusus bagi auditor sangat diperlukan agar mereka dapat menguasai kompleksitas audit karbon dan menerapkan pendekatan berbasis data dalam menilai kinerja lingkungan suatu entitas. Kolaborasi antara lembaga audit independen, regulator, dan organisasi profesi akuntansi menjadi langkah strategis yang dapat memperkuat kapasitas auditor dalam menangani audit karbon secara lebih sistematis dan kredibel. Tanpa adanya auditor yang memiliki kompetensi teknis dalam bidang keberlanjutan, audit karbon hanya akan menjadi prosedur administratif yang kurang efektif dalam menilai kinerja lingkungan suatu entitas.

Pemanfaatan teknologi dalam audit karbon juga harus menjadi prioritas dalam memastikan transparansi dan efisiensi proses audit. *Blockchain* dan AI dapat digunakan untuk memastikan bahwa data karbon tidak dapat dimanipulasi sehingga meningkatkan kepercayaan pemangku kepentingan terhadap hasil audit. Teknologi *blockchain* memungkinkan pencatatan data karbon yang lebih aman dan terverifikasi, terutama dalam skema perdagangan karbon di mana kredibilitas data emisi sangat menentukan nilai transaksi. Sementara itu, AI dapat digunakan dalam mendeteksi pola anomali dalam pelaporan karbon sehingga membantu auditor dalam mengidentifikasi ketidaksesuaian atau potensi manipulasi data. Selain itu, teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) juga memiliki peran penting dalam meningkatkan akurasi audit karbon, terutama melalui sistem pemantauan emisi secara *real-time* yang memungkinkan pengumpulan data langsung dari sumber emisi tanpa intervensi manusia. Dengan adanya teknologi ini, audit karbon dapat dilakukan dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi serta mengurangi ketergantungan pada metode pelaporan manual yang rentan terhadap kesalahan dan manipulasi data.

Selain aspek teknis dan regulasi, audit karbon juga harus diintegrasikan ke dalam sistem pengambilan keputusan perusahaan,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

bukan hanya sebagai alat kepatuhan terhadap regulasi, melainkan sebagai bagian dari strategi manajemen risiko dan perencanaan bisnis yang lebih luas. Perusahaan perlu menjadikan audit karbon sebagai instrumen utama dalam mengelola dampak lingkungan mereka dan sekaligus meningkatkan efisiensi operasional. Dalam lingkungan bisnis yang semakin kompetitif, audit karbon dapat menjadi alat yang berharga bagi perusahaan dalam mengidentifikasi potensi efisiensi energi dan pengurangan biaya operasional. Dengan memasukkan audit karbon ke dalam strategi keberlanjutan perusahaan, manajemen dapat lebih proaktif dalam mengelola risiko lingkungan dan memastikan bahwa mereka tetap kompetitif di pasar yang semakin mengutamakan aspek keberlanjutan. Perusahaan yang memiliki sistem audit karbon yang kredibel juga akan lebih menarik bagi investor berbasis ESG, yang kini semakin mempertimbangkan transparansi lingkungan dalam keputusan investasi mereka.

Di tingkat kebijakan, dukungan pemerintah juga menjadi faktor kunci dalam mempercepat implementasi audit karbon secara luas. Pemerintah dapat memberikan berbagai bentuk insentif fiskal dan pajak bagi perusahaan yang secara aktif melakukan audit karbon serta menerapkan strategi dekarbonisasi dalam operasional mereka. Insentif ini dapat berupa keringanan pajak bagi perusahaan yang mengurangi emisi karbon mereka secara signifikan, subsidi bagi industri yang berinvestasi dalam teknologi rendah karbon, atau pemberian akses yang lebih mudah terhadap pembiayaan hijau bagi perusahaan yang menerapkan praktik keberlanjutan. Selain itu, pemerintah juga perlu meningkatkan investasi dalam infrastruktur hijau dan energi terbarukan guna menciptakan ekosistem bisnis yang lebih mendukung transisi menuju ekonomi rendah karbon. Tanpa adanya dukungan dari pemerintah, perusahaan mungkin akan menghadapi hambatan dalam melakukan transisi ke bisnis yang lebih ramah lingkungan karena keterbatasan sumber daya dan insentif ekonomi yang belum cukup kuat.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dengan berbagai langkah strategis ini, audit karbon dapat berkembang menjadi alat yang tidak hanya berfungsi sebagai mekanisme kepatuhan, tetapi juga sebagai bagian dari strategi pembangunan berkelanjutan yang lebih luas. Sinergi antara regulasi yang kuat, peningkatan kapasitas auditor, adopsi teknologi, serta insentif ekonomi yang diberikan oleh pemerintah akan memastikan bahwa audit karbon dapat memberikan dampak yang lebih besar dalam mendukung transisi menuju ekonomi rendah karbon. Ke depan, semakin banyaknya negara dan perusahaan yang mengadopsi audit karbon sebagai standar praktik bisnis yang berkelanjutan akan semakin memperkuat peran audit karbon dalam memastikan keberlanjutan ekonomi dan lingkungan di tingkat global.

C. Prospek Masa Depan Audit Karbon

Di masa mendatang, audit karbon diperkirakan akan memainkan peran yang semakin strategis dalam berbagai aspek ekonomi dan kebijakan global. Dengan meningkatnya urgensi mitigasi perubahan iklim, perusahaan, pemerintah, serta investor mulai melihat audit karbon tidak hanya sebagai kewajiban regulasi, tetapi juga sebagai alat yang dapat memberikan keunggulan kompetitif dan meningkatkan kredibilitas institusi di mata pemangku kepentingan. Sejumlah tren global menunjukkan bahwa audit karbon akan menjadi standar yang semakin penting dalam memastikan transparansi emisi, menarik investasi hijau, serta memperkuat tata kelola lingkungan di sektor publik maupun swasta.

Salah satu faktor utama yang akan mendorong pertumbuhan audit karbon adalah regulasi yang semakin ketat di berbagai negara. Pemerintah di banyak yurisdiksi mulai memberlakukan aturan wajib terkait pelaporan emisi dan audit karbon, sejalan dengan standar internasional seperti IFRS S1 dan S2 yang menuntut perusahaan untuk secara transparan mengungkapkan risiko dan peluang terkait iklim dalam laporan keuangan mereka. Selain itu, skema pajak karbon semakin luas diterapkan sebagai mekanisme untuk menekan emisi dan mendorong perusahaan agar lebih serius dalam mengelola

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dampak lingkungan dari aktivitas bisnis mereka. Perusahaan yang gagal memenuhi persyaratan audit karbon yang kredibel berisiko menghadapi sanksi finansial yang lebih besar, serta kehilangan akses ke pasar global yang semakin menekankan pentingnya keberlanjutan dalam rantai pasokan.

Di sisi lain, pergeseran preferensi investor juga turut mempercepat adopsi audit karbon sebagai bagian dari strategi bisnis yang lebih luas. Investor institusional semakin mencari perusahaan yang memiliki transparansi dalam pelaporan karbon dan mampu menunjukkan komitmen mereka terhadap keberlanjutan melalui audit independen yang kredibel. Dalam beberapa tahun terakhir, dana investasi berbasis ESG terus meningkat secara signifikan, dan perusahaan yang memiliki sistem audit karbon yang baik akan lebih mudah mendapatkan akses ke pembiayaan hijau. Seiring dengan meningkatnya tuntutan dari investor, perusahaan tidak lagi melihat audit karbon sebagai beban kepatuhan semata, tetapi sebagai instrumen strategis yang dapat meningkatkan reputasi mereka di pasar modal.

Selain regulasi dan investasi, perkembangan teknologi digital juga akan mempercepat transformasi audit karbon di masa depan. Teknologi seperti *blockchain*, AI, dan IoT semakin banyak digunakan untuk memastikan bahwa proses verifikasi karbon dapat dilakukan dengan lebih akurat dan efisien. *Blockchain* memungkinkan pencatatan data karbon yang aman, transparan, dan tidak dapat dimanipulasi sehingga memudahkan proses audit serta meningkatkan kepercayaan terhadap keabsahan data yang dilaporkan oleh perusahaan. Sementara itu, AI dapat digunakan untuk menganalisis pola dalam pelaporan emisi dan mendeteksi potensi anomali yang mengindikasikan kesalahan atau manipulasi data. IoT juga semakin banyak digunakan dalam pemantauan emisi secara *real-time*, memungkinkan auditor untuk melakukan verifikasi berbasis data yang lebih akurat tanpa harus sepenuhnya bergantung pada laporan manual dari perusahaan. Dengan adopsi teknologi ini, audit karbon akan semakin cepat dan dapat mengurangi ketidaksesuaian dalam pelaporan karbon yang selama ini menjadi salah satu kendala utama dalam sistem pelaporan keberlanjutan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Selain di sektor swasta, keterlibatan pemerintah dalam audit karbon sektor publik juga diperkirakan akan meningkat dalam beberapa tahun ke depan. Negara-negara yang ingin meningkatkan kredibilitas fiskal dan tata kelola lingkungan mulai mengadopsi audit karbon sebagai bagian dari transparansi anggaran keberlanjutan mereka. Pemerintah di berbagai negara semakin memahami bahwa transparansi emisi karbon dalam sektor publik bukan hanya menjadi kewajiban etis, tetapi juga dapat meningkatkan kepercayaan publik terhadap komitmen negara dalam mencapai target keberlanjutan yang telah ditetapkan dalam perjanjian internasional. Dengan adanya audit karbon di sektor publik, masyarakat dapat menilai sejauh mana kebijakan lingkungan yang diadopsi oleh pemerintah benar-benar diimplementasikan dengan efektif dan akuntabel.

Meskipun tren ini menunjukkan arah yang positif, tantangan tetap ada dalam memastikan bahwa audit karbon benar-benar memberikan dampak yang signifikan dalam mitigasi perubahan iklim. Regulasi yang masih berkembang di banyak negara, kesenjangan dalam adopsi teknologi, serta ketimpangan kapasitas antara negara maju dan negara berkembang masih menjadi kendala yang perlu diatasi. Namun, dengan meningkatnya kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan organisasi internasional, diharapkan audit karbon dapat menjadi instrumen yang semakin efektif dalam mendukung transisi menuju ekonomi rendah karbon yang lebih inklusif dan berkelanjutan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR PUSTAKA

Abdolmohammadi, M. J., & Tucker, R. R. (2002). The influence of accounting and auditing on a country's economic development. *Review of Accounting and Finance, 1*(3), 42–53. https://doi.org/10.1108/eb026990

Adagba, D. T., & Shakpande, C. (2017). Effect of environmental factors on business performance. *Nigeria Journal of Management Sciences, 6*(1), 16–23.

Adedoyin, F. F., Agboola, P. O., Ozturk, I., Bekun, F. V., & Agboola, M. O. (2021). Environmental consequences of economic complexities in the EU amidst a booming tourism industry: Accounting for the role of Brexit and other crisis events. *Journal of Cleaner Production, 305*, Article 127117. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127117

Alqahtani, A. S. H. (2023). Application of artificial intelligence in carbon accounting and firm performance: A review using qualitative analysis. *International Journal of Experimental Research and Review, 35*, 138–148. https://doi.org/10.52756/ijerr.2023.v35spl.013

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Alwi, A., Sasongko, N. A., Suprapto, Suryana, Y., & Subagyo, H. (2024). Blockchain and big data integration design for traceability and carbon footprint management in the fishery supply chain. *Egyptian Informatics Journal, 26*, Article 100481. https://doi.org/10.1016/j.eij.2024.100481

Amato, R., Lacasa, L., Diaz-Guilera, A., & Baronchelli, A. (2018). The dynamics of norm change in the cultural evolution of language. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 115*(33), 8260–8265. https://doi.org/10.1073/pnas.1721059115

Antonio, Y., & Kusuma, T. G. B. (2020). Evaluasi sustainability report pada perusahaan minyak kelapa sawit dalam mempromosikan sustainable palm oil untuk mencapai Sustainable Development Goals 2030. *Jurnal Ilmiah Akuntansi Kesatuan, 8*(1), 107–116. https://doi.org/10.37641/jiakes.v8i1.426

Arens, A. A., Elder, R. J., Beasley, M. S., & Hogan, C. E. (2017). *Auditing and assurance services: An integrated approach* (16th ed.). Pearson.

Ascui, F. (2014). A review of carbon accounting in the social and environmental accounting literature: What can it contribute to the debate? *Social and Environmental Accountability Journal, 34*(1), 6–28. https://doi.org/10.1080/0969160X.2013.870487

Badan Pusat Statistik. (2022). *Emisi gas rumah kaca menurut jenis sektor (ribu ton CO_2e), 2000–2019* [Tabel Statistik]. BPS–Statistics Indonesia. https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjA3MiMx/emisi-gas-rumah-kaca-menurut-jenis-sektor--ribu-ton-co2e---2000-2019.html

Bai, M., Wang, W., & Li, Z. (2024). Private enterprises solution for fossil fuels transition: Role of ESG and carbon reporting. *Resources Policy, 99*, Article 105407. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.105407

Batjes, N. H., Ceschia, E., Heuvelink, G. B. M., Demenois, J., le Maire, G., Cardinael, R., Arias-Navarro, C., & van Egmond, F. (2024). Towards a modular, multi-ecosystem Monitoring, Reporting and Verification (MRV) framework for soil organic carbon stock change assessment. *Carbon Management, 15*(1), 1–25. https://doi.org/10.1080/17583004.2024.2410812

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Baum, H., & Kling, T. (2004). *The transparent leader: How to build a great company through straight talk, openness, and accountability*. HarperCollins.

Benito, A., & Alonso, G. (2018). Energy efficiency and the environment. Dalam *Energy efficiency in air transportation* (153–199). Elsevier. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812581-6.00009-0

Blumer, H. (1969). *Symbolic interactionism: Perspective and method*. University of California Press.

Böning, J., Di Nino, V., & Folger, T. (2023). *Benefits and costs of the ETS in the EU, a lesson learned for the CBAM Design* (SSRN Scholarly Paper No. 4335984). https://doi.org/10.2139/ssrn.4335984

Bosu, I., Mahmoud, H., & Hassan, H. (2023). Energy audit and management of an industrial site based on energy efficiency, economic, and environmental analysis. *Applied Energy, 333*, Article 120619. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.120619

Boumaiza, A., & Maher, K. (2024). Harnessing blockchain and IoT for carbon credit exchange to achieve pollution reduction goals. *Energies, 17*(19), 1–12. https://doi.org/10.3390/en17194811

Brummitt, C. D., Mathers, C. A., Keating, R. A., O'Leary, K., Easter, M., Friedl, M. A., DuBuisson, M., Campbell, E. E., Pape, R., Peters, S. J. W., & Kumar, A. A. (2024). Solutions and insights for agricultural monitoring, reporting, and verification (MRV) from three consecutive issuances of soil carbon credits. *Journal of Environmental Management, 369*, Article 122284. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122284

Cahyaningrum, N. D., & Violita, E. S. (2023). Evaluasi tingkat pengungkapan laporan keberlanjutan (Studi kasus pada perusahaan peleburan tembaga). *Owner, 7*(4), 3243–3254. https://doi.org/10.33395/owner.v7i4.1642

California Air Resources Board. (2019). *California's cap-and-trade program*.

Carroll, A. B. (1999). Corporate social responsibility: Evolution of a definitional construct. *Business & Society, 38*(3), 268–295. https://doi.org/10.1177/000765039903800303

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Chandra, B. A., & Shauki, E. R. (2024). Evaluasi pengungkapan laporan keberlanjutan berdasarkan GRI framework pada PT. Bank Syariah Indonesia. *Owner, 8*(2), 1786–1796. https://doi.org/10.33395/owner.v8i2.2059

Chen, J., Liu, Q., & Yan, Y. (2022). The impact of institutional investors on ESG: Evidence from China. *Proceedings of the 2022 7th International Conference on Financial Innovation and Economic Development (ICFIED 2022), 648*, 389–396. https://doi.org/10.1111/acfi.13011

Chen, Y., & Fan, C. (2018). The impact of auditor quality on audit quality: Evidence from China based on data from 2014-2016. *Journal of Finance Research, 2*(3), 100–107.

Christiansen, K. L. (2024). Relegitimising the voluntary carbon market: Visions of digital monitoring, reporting and verification. *Environment and Planning A: Economy and Space*. https://doi.org/10.1177/0308518X241278937

Chung, J., & Cho, C. H. (2018). Current trends within social and environmental accounting research: A literature review. *Accounting Perspectives, 17*(2), 207–239. https://doi.org/10.1111/1911-3838.12171

Court of Appeal of The Hague. (2024, November 12). *Shell Plc v. Milieudefensie et al.* ECLI:NL:GHDHA:2024:2100.

D-Carbonize. (n.d.). *Carbon accounting: How much does it cost?* https://d-carbonize.eu/cost/

Daidj, N. (2022). *The digital transformation of auditing and the evolution of the internal audit* (1st ed.). Routledge.

Delmas, M. A., & Burbano, V. C. (2011). The drivers of greenwashing. *California Management Review, 54*(1), 64–87. https://doi.org/10.1525/cmr.2011.54.1.64

Deloitte. (2024). *Sustainability in public sectors: Reporting and auditing.*

Ding, X., Chourou, L., & Ben-Amar, W. (2024). Carbon emissions and audit fees: Evidence from emerging markets. *Emerging Markets Review, 60*, Article 101153. https://doi.org/10.1016/j.ememar.2024.101153

Buku ini tidak diperjualbelikan.

District Court of The Hague. (2021, May 26). *Milieudefensie et al. v. Royal Dutch Shell plc.* ECLI:NL:RBDHA:2021:5339. https://www.climatecasechart.com/document/milieudefensie-et-al-v-royal-dutch-shell-plc_c3e4

Earnhart, D., & Harrington, D. R. (2021). Effects of audit frequency, audit quality, and facility age on environmental compliance. *Applied Economics, 53*(28), 3234–3252. https://doi.org/10.1080/00036846.2020.1854449

European Parliament and of the Council. (2019). *Regulation (EU) 2019/2088 on sustainability-related disclosures in the financial services sector (SFDR).* Official Journal of the European Union. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32019R2088

European Parliament and of the Council. (2022). *Directive (EU) 2022/2464 as regards corporate sustainability reporting (CSRD).* Official Journal of the European Union, L 322, 15–80. https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2022/2464/oj/eng

European Parliament and of the Council . (2023). *Reducing carbon emissions: EU targets and policies*.

Fauziah, D. A., & Puspita, A. D. (2024). The impact of carbon disclosure and environmental charges on financial performance is affected by environmental performance as moderator. *Jurnal Nominal, 13*(2), 202–211.

Financial Stability Board. (2015). *Phase I report: Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures*.

Flower, J. (2015). The International Integrated Reporting Council: A story of failure. *Critical Perspectives on Accounting, 27*, 1–17. https://doi.org/10.1016/j.cpa.2014.07.002

Folajimi, A. F., Aguguom, T. A., Ajah, C. C., Busari, T. A., Desi, A., & Obasi, M. O. (2023). Corporate fraud, earnings management and firm value: Empirical application of M-scores. *Journal of Law and Sustainable Development, 11*(4), 1–26. https://doi.org/10.55908/sdgs.v11i4.612

Folkers, A. (2024). Risking carbon capital: Reporting infrastructures and the making of financial climate risks. *Economy and Society, 53*(3), 504–526. https://doi.org/10.1080/03085147.2024.2348316

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Fu, H., Lei, Y., Zhang, S., Zhao, K., & Zhao, Y. (2024). Unravelling the carbon emissions compliance in sustainable supply chains: The impacts of carbon audit cooperation. *Omega, 129*, Article 103143. https://doi.org/10.1016/j.omega.2024.103143

Gan, C., Yu, J., Zhao, W., & Fan, Y. (2023). Big data industry development and carbon dioxide emissions: A quasi-natural experiment. *Journal of Cleaner Production, 422*, Article 138590. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138590

Genç, K. Y. (2013). Natural environment as a strategic issue for firms: Theoretical perspectives. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 99*, 143–153. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.480

Global Reporting Initiative. (2023). *Who we are: Vision, mission and history.* https://www.globalreporting.org/about-gri/vision-mission-and-history/

Graham, B. (1976). *The intelligent investor* (4th ed.). HarperBusiness Essentials.

Gray, R., Adams, C. A., & Owen, D. (2014). *Accountability, social responsibility and sustainability*. Pearson Education Limited.

Gutterman, A. S. (2024). *Sustainability reporting frameworks, standards, instruments, and regulations* (SSRN Scholarly Paper). https://doi.org/10.2139/ssrn.4716752

Hahn, R., & Kühnen, M. (2013). Determinants of sustainability reporting: A review of results, trends, theory, and opportunities in an expanding field of research. *Journal of Cleaner Production, 59*, 5–21.

Han, Y. G., Huang, H. W., Liu, W. P., & Hsu, Y. L. (2023). Firm-value effects of carbon emissions and carbon disclosures: Evidence from Taiwan. *Accounting Horizons, 37*(3), 171–191. https://doi.org/10.2308/HORIZONS-18-164R

Hapsari, M. D. (2023). Analisis penerapan laporan keberlanjutan (sustainability report) terhadap nilai perusahaan. *Akuntansi 45, 4*(1), 65–72. https://doi.org/10.30640/akuntansi45.v4i1.724

Hettler, M., & Graf-Vlachy, L. (2024). Corporate scope 3 carbon emission reporting as an enabler of supply chain decarbonization: A systematic review and comprehensive research agenda. *Business Strategy and the Environment, 33*(2), 263–282. https://doi.org/10.1002/bse.3486

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Hirawan, Z., & Dinarwati, S. (2022). Efektivitas program Corporate Social Responsibility (CSR) di PT Tirta Investama Aqua Subang Kecamatan Cisalak. *Kolaborasi: Jurnal Administrasi Publik, 8*(2), 180–191. https://doi.org/10.26618/kjap.v8i2.8298

Ikatan Akuntan Indonesia. (2025, August 12). *Standar baru IAI perkuat posisi Indonesia di panggung keberlanjutan global*. https://web.iaiglobal.or.id/Berita-IAI/detail/standar_baru_iai_perkuat_posisi_indonesia_di_panggung_keberlanjutan_globa

International Energy Agency. (2022). *A roadmap to a net zero energy sector for Indonesia*. https://www.iea.org/reports/an-energy-sector-roadmap-to-net-zero-emissions-in-indonesia

International Integrated Reporting Council (IIRC). (2013). *The international integrated reporting framework.*

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Volume 4: Agriculture, forestry and other land use*.

International Public Sector Accounting Standards Board. (2023). *Reporting sustainability program information—Amendments to RPGs 1 and 3: Additional non-authoritative guidance*. International Federation of Accountants.

International Sustainability Standards Board. (2023a). *IFRS S1: General requirements for disclosure of sustainability-related financial information*. IFRS Foundation.

International Sustainability Standards Board. (2023b). *IFRS S2: Climate-related disclosures*. IFRS Foundation.

INTOSAI Development Initiative. (2024). *IDI's SDGs audit model (ISAM)*

INTOSAI. (2019). *GUID 5202: Sustainable development — The role of Supreme Audit Institutions.*

INTOSAI. (2019). *Sustainable development: The role of Supreme Audit Institutions*.

Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics, 3*(4), 305–360. https://doi.org/10.1016/0304-405X(76)90026-X

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Jing, G., Qingxian, G., Jianyu, Z., Changbo, Z., Xiangzhao, F., Bing, L., & Jingjie, Z. (2023). *China's policies and actions on carbon peaking and carbon neutrality*. http://www.prcee.org/yjcg/yjbg/202403/W020240313623895148361.pdf

Julia Lingga, L., Yuana, M., Aulia Sari, N., Nur Syahida, H., & Sitorus, C. (2024). Sampah di Indonesia: Tantangan dan solusi menuju perubahan positif. *Innovative: Journal Of Social Science Research, 4*(1), 12235–12247.

Julian, A., Karthick, S., Chandrakishore, T., & Chandramohan, A. (2023). *CO2 emission rating by vehicles using data science* [Conference paper]. 2023 2nd International Conference for Innovation in Technology (INOCON).

KBBI. (2016a). Independen. Dalam *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. https://kbbi.kemendikdasmen.go.id/entri/independen

KBBI. (2016b). Kepercayaan. Dalam *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. https://kbbi.kemendikdasmen.go.id/entri/kepercayaan

KBBI. (2016c). Publik. Dalam *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. https://kbbi.kemendikdasmen.go.id/entri/publik

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). *Indonesia menandatangani Perjanjian Paris tentang perubahan iklim* [Siaran Pers].

Khan, M., Serafeim, G., & Yoon, A. (2016). Corporate sustainability: First evidence on materiality. *The Accounting Review, 91*(6), 1697–1724. https://doi.org/10.2308/accr-51383

Khechen, M. (2013). *Social justice: Concepts, principles, tools and challenges.* Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA).

Komisi Eropa. (2023). *Mengurangi emisi karbon: Target dan ukuran Uni Eropa*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

KPMG International. (2024). *Why the public sector must take the lead in sustainability reporting*. https://doi.org/10.1017/9781009325844.001.5

KPMG International. (2012). *Expect the unexpected: Building business value in a changing world*

Kristando, L. M., & Indarwati, T. A. (2021). Pengaruh kesadaran lingkungan dan shared value corporate social responsibility terhadap niat beli ulang KFC Indonesia. *Jurnal Muara Ilmu Ekonomi dan Bisnis, 5*(1), 134. https://doi.org/10.24912/jmieb.v5i1.9340

Larrinaga, C., & Bebbington, J. (2021). The pre-history of sustainability reporting: A constructivist reading. *Accounting, Auditing & Accountability Journal, 34*(9), 131–150. https://doi.org/10.1108/AAAJ-03-2017-2872

Lasa, V. P. T., & Mustafa, M. H. (2023). The effect of financial performance on stock returns in consumer goods sector companies listed on the Indonesia Stock Exchange for the 2016-2021 period. *International Journal of Social Service and Research, 3*(8), 1939–1951. https://doi.org/10.46799/ijssr.v3i8.471

Leny, M. M. (2019). Hubungan verifikasi laporan keuangan terhadap tindakan suap pada usaha kecil dan menengah. *International Journal of Social Science and Business, 3*(4), 481–486. https://doi.org/10.23887/ijssb.v3i4.21644

Li, W., Li, W., Seppänen, V., & Koivumäki, T. (2022). How and when does perceived greenwashing affect employees' job performance? Evidence from China. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 29*(5), 1722–1735. https://doi.org/10.1002/csr.2321

Li, Y., Gong, M., Zhang, X., & Koh, L. (2018). The impact of environmental, social, and governance disclosure on firm value: The role of CEO power. *British Accounting Review, 50*(1), 60–75. https://doi.org/10.1016/j.bar.2017.09.007

Liu, J. B., Liu, B. R., & Lee, C. C. (2024). Efficiency evaluation of China's transportation system considering carbon emissions: Evidence from big data analytics methods. *Science of the Total Environment, 922*, Article 171031. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171031

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Liu, Z., Geng, Y., Dai, H., & Wilson, J. (2018). Regional impacts of launching national carbon emissions trading market: A case study of Shanghai. *Applied Energy, 230*, 232–240. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.08.117

Luo, Y., Shen, J., Liang, H., Sun, L., & Dong, L. (2024). Supporting building life cycle carbon monitoring, reporting and verification: A traceable and immutable blockchain-empowered information management system and application in Hong Kong. *Resources, Conservation and Recycling, 208*, Article 107736. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107736

Lynch, P. (1989). *One up on Wall Street*. Simon & Schuster Paperbacks.

Markham, D., Khare, A., & Beckman, T. (2014). Greenwashing: A proposal to restrict its spread. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management, 16*(4), Article 1450030.

Meilani, H. (2024). *Upaya dekarbonisasi sektor industri*. Pusat Strategi Kebijakan Kewilayahan.

Muktadir-Al-Mukit, D., & Bhaiyat, F. H. (2024). Impact of corporate governance diversity on carbon emission under environmental policy via the mandatory nonfinancial reporting regulation. *Business Strategy and the Environment, 33*(2), 1397–1417. https://doi.org/10.1002/bse.3555

Musgrave, R. A. (1959). *The theory of public finance: A study in public economy*. McGraw-Hill.

Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*. Bitcoin.org. https://bitcoin.org/bitcoin.pdf

Nasution, A. (2009). *Auditing climate change: The Indonesian perspective*. Badan Pemeriksa Keuangan Republik Indonesia.

Nešović, D., & Jerotijević, D. (2018). Role and importance of international agreements in regulating international relations in modern conditions. *Ekonomika, 64*(3), 89–102. https://doi.org/10.5937/ekonomika1803089n

Nielsen, J. A. E., Stavrianakis, K., & Morrison, Z. (2022). Community acceptance and social impacts of carbon capture, utilization and storage projects: A systematic meta-narrative literature review. *PLoS ONE, 17*(8), Article e0272251. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272251

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Niktaba, A., & Aslani, A. (2015). The effect of audit evidence on the auditor's report. *International Journal of Accounting Research, 2*(6), 62–66. https://doi.org/10.12816/0014610

Nwankwo, C. F. (2018). *Global climate regime: The challenges from Kyoto Protocol to Paris Agreement*. Energy Today. https://www.energytoday.net/economics-policy/global-climate-regime-the-challenges-from-kyoto-protocol-to-paris-agreement/

Ocak, M. (2018). The impact of auditor education level on the relationship between auditor busyness and audit quality in Turkey. *Cogent Business & Management, 5*(1), Article 1517588. https://doi.org/10.1080/23311975.2018.1517588

Ogbeide, I. E., Okaiwele, I. M., & Ken-Otokiti, D. (2018). Auditor independence and audit quality. *Journal of Accounting, Auditing & Finance, 2*(1), 152–173. https://doi.org/10.1177/0148558x14544505

Olson, E. G. (2010). Challenges and opportunities from greenhouse gas emissions reporting and independent auditing. *Managerial Auditing Journal, 25*(9), 934–942. https://doi.org/10.1108/02686901011080071

Ozili, P. (2021). *Sustainability accounting* (SSRN Scholarly Paper). https://doi.org/10.2139/ssrn.3803384

Parhamfar, M., Sadeghkhani, I., & Adeli, A. M. (2024). Towards the net zero carbon future: A review of blockchain-enabled peer-to-peer carbon trading. *Energy Science & Engineering, 12*(3), 1242–1264. https://doi.org/10.1002/ese3.1697

Porter, B., Simon, J., & Hatherly, D. (2014). *Principles of external auditing*. John Wiley & Sons.

Qader, K. S., & Cek, K. (2024). Influence of blockchain and artificial intelligence on audit quality: Evidence from Turkey. *Heliyon, 10*(11), Article e30166. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30166

Qian, W., Tilt, C., & Belal, A. (2021). Social and environmental accounting in developing countries: Contextual challenges and insights. *Accounting, Auditing & Accountability Journal, 34*(5), 1021–1050. https://doi.org/10.1108/AAAJ-03-2021-5172

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Rangkuti, K., & Anky, W. A. K. (2023). Masa depan nilai ekonomi karbon di Indonesia: Kondisi terkini dan langkah-langkah selanjutnya. *Economic Brief*, 1–18.

Rauf, F., Wanqiu, W., Naveed, K., & Zhang, Y. (2024). Green R&D investment, ESG reporting, and corporate green innovation performance. *PLoS ONE, 19*(3), Article e0296721. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296721

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.

S&P Dow Jones Indices. (2019). *The benchmark that changed the world: Celebrating 20 years of the Dow Jones Sustainability Indices.* https://www.spglobal.com/spdji/en/education/article/the-benchmark-that-changed-the-world-celebrating-20-years-of-the-dow-jones-sustainability-indices/

Sadawi, A. Al, Madani, B., Saboor, S., Ndiaye, M., & Abu-Lebdeh, G. (2021). A comprehensive hierarchical blockchain system for carbon emission trading utilizing blockchain of things and smart contract. *Technological Forecasting and Social Change, 173*, Article 121124. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121124

Samuel, M. (2001). *The accountability revolution: Achieve breakthrough results in half the time* (2nd ed.). Facts on Demand Press.

Saputra, K. A. K., Subroto, B., Rahman, A. F., & Saraswati, E. (2022). Eco-efficiency and energy audit to improve environmental performance: An empirical study of hotels in Bali-Indonesia. *International Journal of Energy Economics and Policy, 12*(6), 175–182. https://doi.org/10.32479/ijeep.13565

Sari, R., & Muslim, M. (2023). Accountability and transparency in public sector accounting: A systematic review. *Amkop Management Accounting Review (AMAR), 3*(2), 90–106. https://doi.org/10.37531/amar.v3i2.1440

Shang, Y., Yang, Q., Pu, Y., & Taghizadeh-Hesary, F. (2024). Employing artificial intelligence and enhancing resource efficiency to achieve carbon neutrality. *Resources Policy, 88*, Article 104510. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104510

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Shen, Y., Su, Z. W., Huang, G., Khalid, F., Farooq, M. B., & Akram, R. (2020). Firm market value relevance of carbon reduction targets, external carbon assurance and carbon communication. *Carbon Management, 11*(6), 549–563. https://doi.org/10.1080/17583004.2020.1833370

Singh, J., & Sirdeshmukh, D. (2000). Agency and trust mechanisms in consumer satisfaction and loyalty judgments. *Journal of the Academy of Marketing Science, 28*(1), 150–167. https://doi.org/10.1177/0092070300281014

Sri Suryani, A. (2024). Implementation potential and challenges of carbon capture and storage in Indonesia. *Info Singkat, XVI*(1), 13–18.

Su, M., Zhao, R., Jiang, J., Zhao, J., Wang, M., Zha, D., & Li, C. (2024). A blockchain system supporting cross-border data protection and consistency verification in unified global carbon emissions trading framework. *Journal of Cleaner Production, 448*, Article 141693. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141693

Sun, B., Chen, S., Fang, X., Zhou, J., Zhang, X., & Zheng, T. (2023). Carbon emission accounting method of terminal energy based on big data technology. Dalam *2023 4th International Conference on Smart Grid and Energy Engineering (SGEE)* (hlm. 401–404). IEEE. https://doi.org/10.1109/SGEE60678.2023.10481729

Sun, M., & Zhang, J. (2020). Research on the application of blockchain big data platform in the construction of new smart city for low carbon emission and green environment. *Computer Communications, 149*, 332–342. https://doi.org/10.1016/j.comcom.2019.10.031

Syam, M. A., Djaddang, S., Adam, A., Merawati, E. E., & Roziq, M. (2024). Carbon accounting: Its implications on accounting practices and corporate sustainability reports. *International Journal of Economics and Financial Issues, 14*(4), 178–187. https://doi.org/10.32479/ijefi.16333

Taherzadeh-Shalmaei, N., Rafiee, M., Kaab, A., Khanali, M., Vaziri Rad, M. A., & Kasaeian, A. (2023). Energy audit and management of environmental GHG emissions based on multi-objective genetic algorithm and data envelopment analysis: An agriculture case. *Energy Reports, 10*, 1507–1520. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.08.020

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tahir, R., Athar, M. R., & Afzal, A. (2020). The impact of greenwashing practices on green employee behaviour: Mediating role of employee value orientation and green psychological climate. *Cogent Business & Management, 7*(1), Article 1781996. https://doi.org/10.1080/23311975.2020.1781996

Tang, Q., & Luo, L. (2012). *Transparency of corporate carbon disclosure: International evidence* (SSRN Scholarly Paper). https://doi.org/10.2139/ssrn.1885230

Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain revolution: How the technology behind Bitcoin is changing money, business, and the world*. Penguin Random House.

Taurisianti, M. M., & Kurniawati, E. P. (2016). Perlakuan akuntansi karbon di Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis, 17*(2), 81–105. https://doi.org/10.24914/jeb.v17i2.273

Tavares, M. C., & Vale, J. (2024). The intersection between accounting, sustainability, and AI: A bibliometric analysis. Dalam *Artificial Intelligence Approaches to Sustainable Accounting* (hlm. 1–25). IGI Global. https://doi.org/10.4018/979-8-3693-0847-9.ch001

TCFD. (2021). *Implementing the recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures*.

Tian, X., Bai, F., Jia, J., Liu, Y., & Shi, F. (2019). Realizing low-carbon development in a developing and industrializing region: Impacts of industrial structure change on CO2 emissions in southwest China. *Journal of Environmental Management, 233*, 728–738. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.088

Townsend, B. (2020). From SRI to ESG: The origins of socially responsible and sustainable investing. *The Journal of Impact and ESG Investing, 1*(1), 10–25. https://doi.org/10.3905/jesg.2020.1.1.010

Tseng, C. J., & Lin, S. Y. (2024). Role of artificial intelligence in carbon cost reduction of firms. *Journal of Cleaner Production, 447*, Article 141413. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141413

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (1997). *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2015). *Paris Agreement.*

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2022). *Enhanced nationally determined contribution of the Republic of Indonesia*.

United States Department of State & United States Executive Office of the President. (2021). *The long-term strategy of the United States: Pathways to net-zero greenhouse gas emissions by 2050*. https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/10/US-Long-Term-Strategy.pdf

Vlist, A. J. van der, & Folmer, H. (2009). Environmental technology and management in Dutch horticulture. *International Journal of Environmental Technology and Management, 11*(1/2/3), 118–132. https://doi.org/10.1504/IJETM.2009.023689

Wagenhofer, A. (2024). Sustainability reporting: A financial reporting perspective. *Accounting in Europe, 21*(1), 1–13. https://doi.org/10.1080/17449480.2023.2218398

Wang, H., Wang, X., Yin, Y., Deng, X., & Umair, M. (2024). Evaluation of urban transportation carbon footprint: Artificial intelligence based solution. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 136*, Article 104406. https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104406

Wang, S., Tan, S., & Xu, J. (2023). Evaluation and implication of the policies towards China's carbon neutrality. *Sustainability, 15*(8), Article 6762. https://doi.org/10.3390/su15086762

Wiloso, E. I., Nazir, N., Hanafi, J., Siregar, K., Harsono, S. S., Setiawan, A. A. R., Muryanto, Romli, M., Utama, N. A., Shantiko, B., Jupesta, J., Utomo, T. H. A., Sari, A. A., Saputra, S. Y., & Fang, K. (2019). Life cycle assessment research and application in Indonesia. *The International Journal of Life Cycle Assessment, 24*(3), 386–396. https://doi.org/10.1007/s11367-018-1459-3

World Bank. (2023). *State and Trends of Carbon Pricing 2023.* Washington, DC: World Bank. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-2006-9

Xiong, L., Shu, Y., & Li, X. (2024). Evaluating the effect of the accountability audit of natural resources on carbon emissions reduction in China. *Frontiers in Environmental Science, 12*, Article 1342321. https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1342321

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Yaga, D., Mell, P., Roby, N., & Scarfone, K. (2018). *Blockchain technology overview* (NIST Internal Report 8202). National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8202

Yan, Y. (2024). *The development of sustainability accounting globally* [Doctoral dissertation, University of Windsor].

Yang, S., Wang, J., Dong, K., Dong, X., Wang, K., & Fu, X. (2024). Is artificial intelligence technology innovation a recipe for low-carbon energy transition? A global perspective. *Energy, 300*, Article 131539. https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.131539

Yang, Z., Nguyen, T. T. H., Nguyen, H. N., Nguyen, T. T. N., & Cao, T. T. (2020). Greenwashing behaviours: Causes, taxonomy and consequences based on a systematic literature review. *Journal of Business Economics and Management, 21*(5), 1486–1507. https://doi.org/10.3846/jbem.2020.13225

Yao, Z., Liu, C., Wang, F., & Liu, L. (2023). Enterprise carbon emission evaluation model based on big data. Dalam *2023 11th IEEE Joint International Information Technology and Artificial Intelligence Conference (ITAIC)* (hlm. 797–801). IEEE. https://doi.org/10.1109/ITAIC58329.2023.10409020

Yoro, M. (2024). Impact of financial reporting transparency on investor decision-making. *American Journal of Accounting, 6*(1), 25–36. https://doi.org/10.47672/ajacc.1785

Zahid, R. M. A., Khan, M. K., Anwar, W., & Maqsood, U. S. (2022). The role of audit quality in the ESG-corporate financial performance nexus: Empirical evidence from Western European companies. *Borsa Istanbul Review, 22*, S200–S212. https://doi.org/10.1016/j.bir.2022.08.011

Zhang, C., & Zhao, W. (2014). Panel estimation for income inequality and CO2 emissions: A regional analysis in China. *Applied Energy, 136*, 382–392. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.09.052

Zhang, H.-B., Dai, H.-C., Lai, H.-X., & Wang, W.-T. (2017). U.S. withdrawal from the Paris Agreement: Reasons, impacts, and China's response. *Advances in Climate Change Research, 8*(4), 220–225. https://doi.org/10.1016/j.accre.2017.09.002

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Zhang, J., Ouyang, Y., Ballesteros-Pérez, P., Li, H., Philbin, S. P., Li, Z., & Skitmore, M. (2021). Understanding the impact of environmental regulations on green technology innovation efficiency in the construction industry. *Sustainable Cities and Society, 65*, Article 102647. https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102647

Zhang, Y., Gu, L., & Guo, X. (2019). Carbon audit evaluation system and its application in the iron and steel enterprises in China. *Journal of Cleaner Production, 248*, Article 119266. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119266

Zhou, W., Zhu, J., & Zhang, C. (2024). Impact of corporate social responsibility on carbon emission reduction in supply chains. *Chinese Management Studies, 18*(2), 454–478. https://doi.org/10.1108/CMS-04-2022-0151

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



GLOSARIUM

Adaptasi Perubahan Iklim	:	Upaya sistematis, baik oleh alam maupun manusia, untuk menyesuaikan diri dengan dampak perubahan iklim yang telah maupun akan terjadi, guna meminimalkan kerugian dan memaksimalkan peluang.
Analitik *Big data*	:	Pemrosesan dan analisis cepat atas kumpulan data masif untuk mengekstraksi pola, tren, dan informasi strategis; kian krusial bagi audit karbon dan laporan keberlanjutan berbasis bukti.
Asurans Terbatas (Limited Assurance)	:	Tingkat jaminan audit yang memberikan keyakinan moderat, bukan absolut—bahwa informasi keberlanjutan perusahaan bebas dari salah saji material.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Audit Kinerja	:	Pemeriksaan independen terhadap efisiensi, efektivitas, dan ekonomis suatu program/ kebijakan, termasuk inisiatif dekarbonisasi, guna memastikan nilai publik maksimum.
Blockchain	:	Buku besar digital terdistribusi yang mencatat transaksi secara permanen, transparan, dan tidak dapat diubah, menawarkan jejak audit karbon yang sulit dipalsukan.
Cap and Trade	:	Kebijakan yang menetapkan batas emisi (cap) dan mengizinkan perdagangan izin emisi (trade), menciptakan harga karbon pasar sekaligus insentif inovasi hijau.
Carbon Border Adjustment	:	Mekanisme penyeimbang harga karbon (biasanya berupa pajak impor) agar produk domestik bersaing adil dengan barang dari negara berstandar karbon lebih longgar.
Carbon Credit	:	Sertifikat yang mewakili pengurangan satu ton CO_2-e; dapat diperdagangkan untuk menutup kewajiban emisi atau menunjang target net-zero.
Carbon Disclosure Project (CDP)	:	Platform global terdepan untuk pengungkapan data lingkungan, termasuk emisi dan risiko iklim, guna meningkatkan transparansi investor dan regulator.
Carbon Footprint	:	Total emisi gas rumah kaca langsung maupun tidak langsung yang dihasilkan oleh individu, organisasi, produk, atau aktivitas sepanjang siklus hidupnya.
Clean Development Mechanism (CDM)	:	Skema Protokol Kyoto yang memungkinkan negara maju mendanai proyek reduksi emisi di negara berkembang dan memperoleh kredit emisi sebagai kompensasi.
Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)	:	Regulasi Uni Eropa yang mewajibkan perusahaan besar melaporkan informasi keberlanjutan mendetail dan diaudit, seraya mengintegrasikan konsep double materiality.
Double Materiality	:	Kerangka pelaporan yang menilai materialitas ganda: dampak isu keberlanjutan pada kinerja perusahaan *dan* dampak perusahaan terhadap lingkungan & masyarakat.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Emission Reduction Units (ERUs)	:	Unit kredit pengurangan emisi yang diciptakan melalui mekanisme Joint Implementation dalam kerangka Protokol Kyoto.
Emission Trading System (ETS)	:	Pasar karbon terorganisasi tempat izin emisi diperdagangkan, membantu entitas mencapai target reduksi dengan efisiensi biaya tertinggi.
Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)	:	Rangkaian standar internasional yang diakui luas untuk mengukur, melaporkan, dan mengelola emisi gas rumah kaca di seluruh rantai nilai.
Greenwashing	:	Praktik menyampaikan klaim keberlanjutan yang menyesatkan atau tidak akurat demi keuntungan reputasi, berisiko tinggi terhadap litigasi dan kerusakan merek.
IFRS S1	:	Standar global baru yang mengatur pengungkapan risiko dan peluang terkait keberlanjutan yang material bagi posisi keuangan—landasan konsistensi lintas yurisdiksi.
IFRS S2	:	Standar pengungkapan terfokus pada risiko dan dampak perubahan iklim, termasuk strategi mitigasi dan metrik emisi (Scope 1–3).
Internet of Things (IoT)	:	Ekosistem perangkat terhubung yang mengirim data *real-time*, mis. konsumsi energi atau emisi, mempercepat pemantauan dan pengendalian karbon operasional.
Joint Implementation (JI)	:	Mekanisme di mana dua negara maju bekerja sama menjalankan proyek pengurangan emisi; kredit yang dihasilkan dapat digunakan memenuhi target nasional.
Kyoto Protocol	:	Perjanjian internasional pertama (1997) yang menetapkan target legal pengurangan emisi bagi negara industri, fondasi pasar karbon modern.
Materialitas	:	Ukuran signifikansi informasi keberlanjutan terhadap keputusan pemangku kepentingan; kian luas cakupannya seiring tuntutan ESG investor global.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Monitoring, Reporting, and Verification (MRV)	:	Rangkaian proses terstandar untuk memantau, melaporkan, dan memverifikasi emisi guna memastikan akurasi, konsistensi, dan kredibilitas data karbon.
Nationally Determined Contributions (NDCs)	:	Komitmen mitigasi dan adaptasi tiap negara di bawah Paris Agreement, diperbarui siklus lima tahunan dengan ambisi kian meningkat.
Paris Agreement	:	Kesepakatan iklim global (2015) yang bertujuan menahan kenaikan suhu rata-rata global jauh di bawah 2 °C, kerangka payung transisi net-zero.
Race to Zero	:	Kampanye PBB yang mengajak perusahaan, kota, dan investor berkomitmen target emisi nol bersih paling lambat 2050, mendorong transformasi pasar cepat.
Scope 1, Scope 2, Scope 3 Emissions	:	Klasifikasi emisi GHG: Scope 1 langsung dari operasi; Scope 2 dari listrik/energi yang dibeli; Scope 3 tidak langsung sepanjang rantai pasok.
Sustainability Accounting Standards Board (SASB)	:	Badan pembuat standar yang menentukan metrik ESG material khusus sektor untuk pelaporan keberlanjutan yang relevan secara finansial.
Triple Bottom Line (TBL)	:	Kerangka kinerja yang menilai keberhasilan organisasi melalui tiga dimensi seimbang: profit (ekonomi), people (sosial), dan planet (lingkungan).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

TENTANG PENULIS

Amrie Firmansyah



Amrie Firmansyah adalah dosen tetap di Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Selain mengajar di UPN Veteran Jakarta, beliau juga memiliki pengalaman akademik di sejumlah perguruan tinggi, antara lain Politeknik Keuangan Negara STAN, Universitas Trisakti, Universitas Tarumanagara, IBI Kesatuan Bogor, dan Universitas Esa Unggul. Saat ini, beliau mengampu berbagai mata kuliah di program diploma, sarjana, dan magister, seperti Pengantar Akuntansi Keuangan, Akuntansi Keuangan Menengah, Akuntansi Keuangan Lanjutan, Teori Akuntansi, Metodologi Penelitian, serta Akuntansi Keuangan Kontemporer.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Gelar Doktor di bidang Akuntansi diperoleh dari Universitas Trisakti. Selain itu, beliau juga memiliki latar belakang pendidikan magister di bidang akuntansi, manajemen keuangan, keuangan pasar modal, administrasi publik, dan hukum bisnis. Pengalaman profesionalnya di Kementerian Keuangan Republik Indonesia mencakup pengelolaan keuangan BUMN dan keuangan publik, termasuk keterlibatan dalam sejumlah proyek strategis nasional, salah satunya pengembangan MRT Jakarta.

Sebagai peneliti, Beliau aktif menerbitkan artikel ilmiah di jurnal nasional dan internasional yang bereputasi serta turut berkontribusi sebagai *reviewer* di berbagai jurnal akademik. Fokus penelitian beliau meliputi akuntansi keuangan, akuntansi keberlanjutan, dan akuntansi sektor publik. *E-mail*: amriefirmansyah@upnvj.ac.id



Yohanes Rama Adiwicaksana

Yohanes Rama Adiwicaksana adalah seorang analis data di Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia yang berfokus pada isu pengembangan pariwisata. Saat ini, lulusan Diploma Akuntansi dari Politeknik Keuangan Negara STAN ini tengah melanjutkan pendidikan sarjana di bidang akuntansi di Universitas Terbuka. Rama memiliki dedikasi yang tinggi dalam bidang pengajaran dan penulisan ilmiah, serta pengalaman profesional yang luas di sektor publik dan swasta.

Di lingkungan Kementerian Koordinator Perekonomian, Rama berpartisipasi terkait penyediaan dan pengolahan data yang dibutuhkan untuk evaluasi kebijakan nasional melalui penyusunan *policy brief* dan *policy paper* hingga perumusan materi rapat lintas kementerian.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dedikasi terhadap kepenulisan tecermin dari berbagai publikasi ilmiah di jurnal nasional dan internasional bereputasi, termasuk di ERIA, East Asia Forum, hingga E-Jurnal Ekonomi dan Bisnis Udayana. Rama juga aktif sebagai pemakalah pada berbagai konferensi internasional, seperti IRSA 2025, ICONES 2024, AICEE 2024, hingga Asian Academic Accounting Association 2023. Rama juga aktif mengikuti berbagai pelatihan profesional di bidang pengolahan data, seperti Python, Stata, AI, dan *machine learning*. *E-mail:* yohanes.rama@ekon.go.id



Muhammad Rafi Bakri

Muhammad Rafi Bakri merupaka alumni Politeknik Keuangan Negara (PKN) STAN jurusan Akuntansi yang sejak awal menempatkan dirinya di garis terdepan pengelolaan keuangan publik Indonesia. Setelah menyelesaikan studi, ia ditugaskan menjadi Research Analyst pada Staf Ahli Badan Pemeriksa Keuangan Republik Indonesia dan secara rutin memanfaatkan metode kuantitatif maupun kualitatif untuk menganalisis isu ekonomi, akuntansi, serta keuangan publik. Komitmennya terhadap pengembangan kapasitas terbukti ketika ia menuntaskan *short-course program* dari Data, Economics and Design of Policy (DEDP) MIT dengan konsentrasi International Development pada 2024 dan meraih predikat sangat baik.

Di ruang profesional, Rafi mengantongi berbagai sertifikasi strategis yang meliputi Chartered Accountant (CA), Certified in Finance Specialist (CFS), Certificate in Data Analytics (CertDA), dan Certificate in IPSAS (CertIPSAS). Kredensial tersebut menopang kemampuannya dalam merancang analisis data dan kebijakan yang selaras dengan praktik terbaik internasional.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Di ranah akademik dan publik, Rafi aktif menulis artikel terindeks nasional maupun internasional, serta op-ed di media terkemuka seperti The Jakarta Post, East Asia Forum, Kompas, BBC, South China Morning Post, dan Stratsea. Ia juga rutin menjadi pembicara pada konferensi bergengsi antara lain Asian Development Bank Annual Meeting (2023 dan 2024), IRSA 2025, ACFE 2025, AICEE 2024, Asian Academic Accounting Association Conference (2023 dan 2024), serta NAFC 2023. Dengan kombinasi keahlian teknis, pengalaman internasional, dan visi tata kelola yang progresif, Muhammad Rafi Bakri terus memberi kontribusi nyata bagi peningkatan akuntabilitas sektor publik di Indonesia. *Email*: muhammad.bakri@bpk.go.id

Buku ini tidak diperjualbelikan.



INDEKS

Adaptasi, 37, 78, 159, 161, 211
Akuntabilitas, 89, 92, 151, 152, 153
Asurans, 177, 211
Audit, xv, 1, 2, 3, 7, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 46, 53, 55, 60, 62, 65, 68, 69, 71, 72, 73, 75, 77, 79, 80, 84, 87, 93, 94, 96, 100, 102, 103, 111, 114, 119, 127, 131, 132, 135, 139, 140, 141, 146, 150, 159, 164, 165, 166, 169, 170, 171, 172, 176, 183, 184, 187, 190, 199, 212
Audit Karbon, 1, 7, 25, 30, 46, 55, 62, 68, 69, 71, 75, 77, 84, 87, 100, 102, 119, 127, 131, 132, 135, 141, 150, 159, 165, 183, 187, 190
Audit Kinerja, 164, 212

Big data, 125, 126, 129, 132, 133, 198, 211
Blockchain, 3, 8, 10, 110, 113, 116, 122, 124, 129, 132, 133, 157, 188, 191, 194, 206, 208, 212

Cap and Trade, 212
Carbon Credit, 212
Carbon Disclosure, 14, 32, 94, 212
Carbon Footprint, 212
Clean Development Mechanism, 35, 212

Dekarbonisasi, 52

Emisi, 4, 5, 44, 45, 49, 50, 78, 81, 95, 98, 101, 131, 194

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Emission Trading, 213

GHG Protocol, 5, 184, 213
Greenwashing, 46, 47, 202, 208, 213

IFRS S1, 11, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 59, 65, 75, 150, 159, 160, 162, 163, 180, 181, 190, 199, 213
IFRS S2, 18, 19, 21, 59, 150, 159, 180, 184, 199, 213
Inovasi Teknologi, 111
Internet of Things, xvi, 2, 8, 11, 121, 125, 188, 213

Kebijakan Karbon, 38
Ketidakpastian Data, 142
Kyoto Protocol, 1, 4, 34, 35, 36, 37, 38, 42, 77, 78, 203, 206, 213

Limited Assurance, 211

Materialitas, 30, 31, 34, 213
Mitigasi, 78, 174, 176
Monitoring, 194, 214
MRV, 9, 10, 44, 85, 86, 100, 112, 113, 115, 116, 194, 195, 214

NDCs, 37, 214

Paris Agreement, 1, 4, 34, 36, 37, 38, 43, 77, 78, 79, 80, 84, 85, 87, 100, 102, 128, 134, 184, 203, 207, 208, 214
Pengendalian Emisi, 44, 45, 78, 101
Pengungkapan, 63, 66, 164
Perdagangan Karbon, 44, 45, 84, 86

Regulasi, 4, 6, 9, 33, 51, 73, 108, 109, 127, 128, 192, 212

Stakeholder, 92
Sustainability, 2, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 31, 33, 39, 56, 57, 150, 154, 159, 160, 170, 196, 198, 199, 203, 204, 207, 212, 214
Sustainability Reporting, 16, 19, 33, 39, 154, 212

Triple Bottom Line, 102, 214

Verifikasi, 4, 42, 107, 111, 116

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku *Revolusi Audit Karbon: Mendorong Transparansi dan Akuntabilitas* secara komprehensif membahas urgensi audit karbon di tengah krisis iklim global. Buku ini mengupas tuntas transformasi pelaporan emisi gas rumah kaca melalui integrasi kerangka regulasi internasional—seperti Paris Agreement, Kyoto Protocol, dan standar IFRS S1/S2—guna mendukung akuntabilitas Environmental, Social, and Governance (ESG).

Secara mendalam, buku ini mengeksplorasi metodologi audit karbon dari perspektif ekonomi, sosial, dan sektor publik, serta menyoroti tantangan pengukuran emisi lintas sektor. Buku ini juga menawarkan solusi mutakhir melalui pemanfaatan teknologi digital, termasuk Kecerdasan Buatan (AI), blockchain, Internet of Things (IoT), dan analitik big data, untuk memitigasi risiko greenwashing dan meningkatkan kredibilitas verifikasi.

Buku ini merupakan referensi esensial bagi regulator, auditor, korporasi, dan akademisi dalam mengawal transisi menuju ekonomi rendah karbon yang transparan dan berkelanjutan.

BRIN Publishing
The Legacy of Knowledge

Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, anggota Ikapi
Gedung B.J. Habibie Lt. 8,
Jln. M.H. Thamrin No. 8,
Kota Jakarta Pusat 10340
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id

DOI: 10.55981/brin.2004

ISBN 978-634-7933-45-4