

**TINJAUAN HUKUM *OFFSET EMISSION* SEBAGAI STRATEGI  
BISNIS BERKELANJUTAN: PELUANG DAN TANTANGAN INDUSTRI  
MINYAK DAN GAS BUMI DALAM MENGAKSELERASI *NET ZERO  
EMISSION***

**Nabila Salma Aristawidya<sup>1</sup>, Rahayu Subekti<sup>2</sup>, Purwono Sungkowo Raharjo<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Universitas Sebelas Maret  
[nabilasalma.a130104@gmail.com](mailto:nabilasalma.a130104@gmail.com)

**ABSTRAK**

Industri minyak dan gas bumi Indonesia menghadapi tantangan signifikan dalam transformasi menuju bisnis berkelanjutan, mengingat kontribusi emisinya yang mencapai lebih dari 33 Gigaton CO<sub>2</sub> secara global. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peluang dan tantangan *offset emission* sebagai instrumen strategis bisnis berkelanjutan industri migas, serta merumuskan model kebijakan berbasis teori keadilan lingkungan Brian Baxter. Penelitian ini merupakan penelitian normatif dengan pendekatan perundang-undangan dan komparasi. Jenis data yang digunakan meliputi data primer dan sekunder. Penelitian ini menggunakan teknik analisis preskriptif, yaitu memberikan argumentasi berupa justifikasi atas hasil penelitian yang telah dilakukan. Berdasarkan penelitian, diperoleh hasil bahwa *offset emission* menawarkan fleksibilitas bagi industri migas Indonesia yang belum memiliki batas emisi rigid, namun metode tersebut menghadapi tantangan fundamental berupa paradoks legitimasi sebagai "*license to pollute*", ketidakadilan distributif yang memarginalisasi komunitas lokal, dan risiko *greenwashing* akibat lemahnya protokol *Measurement, Reporting, and Verification* (MRV). Studi komparatif terhadap Kanada dan Kenya menunjukkan pentingnya kerangka regulasi komprehensif. Sehingga, diperlukan kerangka regulasi untuk meningkatkan *revenue* industri migas dan mengakselerasi *net zero emission*.

**Kata Kunci:** *Offset Emission*, Bisnis Berkelanjutan, Industri Minyak dan Gas Bumi, *Net Zero Emission*.

**ABSTRACT**

*The Indonesian oil and gas industry faces significant challenges in its transformation towards sustainable business, given its contribution to global emissions of more than 33 gigatons of CO<sub>2</sub>. This study aims to analyze the opportunities and challenges of carbon offsets as a strategic instrument for sustainable business in the oil and gas industry, as well as to formulate a policy model based on Brian Baxter's theory of environmental justice. This study is a normative study with a legislative and comparative approach. The types of data used include primary and secondary data. This study uses prescriptive analysis techniques, which provide arguments in the form of justifications for the results of the research that has been conducted.*

*Based on the research, it was found that carbon offsets offer flexibility for the Indonesian oil and gas industry, which does not yet have rigid emission limits, but faces fundamental challenges in the form of the legitimacy paradox as a “license to pollute,” distributive injustice that marginalizes local communities, and the risk of greenwashing due to weak Measurement, Reporting, and Verification (MRV) protocols. A comparative study of Canada and Kenya shows the importance of a comprehensive regulatory framework. The legitimacy of carbon trading is needed to increase oil and gas industry revenue and accelerate net zero emissions.*

**Keywords:** *Offset Emission, Sustainable Business, Oil and Gas Industry, Net Zero Emission.*

## A. PENDAHULUAN

Degradasi lingkungan global telah memicu *triple planetary crisis* yang saling berkaitan, yakni perubahan iklim, polusi, dan kepunahan keanekaragaman hayati.<sup>1</sup> *World Meteorological Organization* (WMO) mencatat tahun 2024 sebagai tahun dengan suhu tertinggi dalam sejarah pencatatan internasional, dimana rata-rata suhu global melampaui ambang batas 1,5°C.<sup>2</sup> Aktivitas pembangunan dan kebutuhan manusia telah menjadi pendorong utama fenomena tersebut, sehingga terdapat tuntutan transformasi fundamental dalam praktik bisnis dan industri. Data *global carbon project* menunjukkan bahwa Indonesia sebagai salah satu kontributor emisi signifikan secara global. Emisi karbon Indonesia mencapai 729 juta ton CO<sub>2</sub> pada tahun 2023, menyumbang 1,8 persen dari total emisi dunia. Prof. Dr Muhammad Madyan dalam kajiannya mengidentifikasi sektor industri sebagai penghasil emisi karbon terbesar di Indonesia dengan kontribusi 37 persen, diikuti sektor transportasi dan pembangkit listrik masing-masing 27 persen.<sup>3</sup> Kondisi ini menggarisbawahi urgensi transformasi model bisnis keberlanjutan di sektor industri, khususnya industri ekstraktif seperti industri minyak dan gas bumi.

Sejatinya, respons global terhadap krisis iklim telah dimulai sejak Konferensi *Stockholm* 1972 yang menjadi titik awal kerjasama internasional dalam pengelolaan lingkungan hidup. Momentum ini diperkuat melalui Deklarasi Rio dengan 27 prinsip internasional yang

---

<sup>1</sup> Francesca Verones & Richard Wood Stefanie Hellweg, Enrico Benetto, Mark A. J. Huijbregts, “Life-Cycle Assessment to Guide Solutions for the Triple Planetary Crisis,” *Nature Reviews Earth & Environment* 4 (2023): pages471–486.

<sup>2</sup> World Meteorological Organization, “WMO Confirms 2024 as Warmest Year on Record at about 1.55°C above Pre-Industrial Level,” 2025, <https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155dege-above-pre-industrial-level>.

<sup>3</sup> Muhammad Madyan, “Analisis Pengungkapan Emisi Karbon Perusahaan Indonesia,” unairnews, 2024, <https://unair.ac.id/analisis-pengungkapan-emisi-karbon-perusahaan-indonesia/>.

menyeimbangkan hak pembangunan dan tanggung jawab pelestarian lingkungan.<sup>4</sup> Pembentukan *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) melahirkan forum *Conference of the Parties* (COP) yang menghasilkan Protokol Kyoto sebagai instrumen awal mitigasi emisi global. Protokol Kyoto memperkenalkan *flexibility mechanism* sebagai mekanisme berbasis pasar untuk mencapai target pengurangan emisi, yang kemudian berkembang menjadi fondasi perdagangan karbon modern.

Sebagai negara kepulauan dengan peran strategis dalam sirkulasi termohalin global, Indonesia memiliki tanggung jawab dan peluang signifikan dalam aksi iklim.<sup>5</sup> Komitmen Indonesia dimanifestasikan melalui ratifikasi UNFCCC pada tahun 1994, Protokol Kyoto tahun 2004, dan *Paris Agreement* tahun 2016. Dalam *Nationally Determined Contribution* (NDC) pertama tahun 2025, Indonesia menargetkan penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 31,89 persen secara mandiri dan 43,20 persen dengan dukungan internasional pada tahun 2030. Target ambisius ini menuntut partisipasi aktif seluruh sektor industri, termasuk industri minyak dan gas bumi yang memiliki jejak karbon substansial.

Sebagai operasionalisasi komitmen tersebut, pemerintah Indonesia menerbitkan Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon (Perpres NEK) yang memperkenalkan mekanisme berbasis pasar untuk mencapai target NDC. *Carbon trading* sebagai instrumen utama dalam perpres tersebut telah menunjukkan efektivitasnya dalam menyeimbangkan *trilemma energy*. Indonesia memperkuat infrastruktur perdagangan karbon melalui peluncuran IDX Carbon pada Januari 2025, menandai integrasi pasar karbon nasional dengan ekosistem perdagangan karbon global.

Keberhasilan implementasi *carbon trading* telah terbukti pada sektor kehutanan yang diatur melalui Peraturan Menteri LHK Nomor 7 Tahun 2023, menghasilkan pendapatan \$100 miliar dari kredit karbon hingga 2023 sekaligus mendorong investasi energi terbarukan. Sektor energi juga telah memiliki kerangka regulasi melalui Peraturan Menteri ESDM Nomor 16 Tahun 2022 yang mengatur mekanisme perdagangan karbon pada pembangkit listrik. Kesuksesan kedua sektor ini mendemonstrasikan potensi nilai ekonomi karbon sebagai driver

---

<sup>4</sup> Devi Ratu, Ng D Wulla, and Muhammad Sarjan, "Penerapan Prinsip Deklarasi Rio : Strategi Mengatasi Perubahan Iklim" 4, no. 1 (2024).

<sup>5</sup> Wilda Prihatiningtyas et al., "Perspektif Keadilan Dalam Kebijakan Perdagangan Karbon (Carbon Trading) Di Indonesia Sebagai Upaya Mengatasi Perubahan Iklim," *Refleksi Hukum: Jurnal Ilmu Hukum* 7, no. 2 (2023): 163–86, <https://doi.org/10.24246/jrh.2023.v7.i2.p163-186>.

strategi bisnis berkelanjutan. Namun, industri minyak dan gas bumi menghadapi tantangan dalam mengadopsi mekanisme *carbon trading* karena belum ditetapkan batas emisinya oleh pemerintah. Karakteristik operasional industri migas mencakup eksplorasi, eksploitasi, produksi, pengolahan, transportasi, dan pemasaran menghasilkan emisi signifikan sepanjang *value chain*.<sup>6</sup> Kompleksitas ini memerlukan pendekatan khusus dalam strategi dekarbonisasi yang berbeda dari sektor lain.

Perpres Nomor 98 Tahun 2021 Pasal 46 ayat 1 mengatur dua mekanisme nilai ekonomi karbon untuk sektor migas, meliputi perdagangan emisi (*emission trading*) dan penyeimbangan emisi (*offset emission*). *Offset emission* merupakan mekanisme kompensasi dimana entitas mendanai proyek pengurangan emisi di lokasi lain untuk mengimbangi emisi yang dihasilkan operasionalnya. Berbeda dengan *emission trading* yang mensyaratkan *cap* emisi yang jelas, *offset emission* menawarkan fleksibilitas bagi industri migas yang saat ini belum memiliki batas emisi yang ditetapkan pemerintah.

Kondisi ketiadaan *cap* emisi sektor industri migas menempatkan *offset emission* sebagai instrumen strategis yang *feasible* bagi industri migas dalam jangka pendek. Perusahaan migas besar seperti Pertamina, Medco Energi, ExxonMobil, Shell, Chevron, British Petroleum, dan ConocoPhillips dapat memanfaatkan mekanisme *offset emission* sebagai strategi bisnis berkelanjutan sembari menunggu kerangka regulasi *emission trading* yang lebih komprehensif. *Offset emission* membuka peluang bagi industri migas untuk: (1) mendemonstrasikan komitmen terhadap keberlanjutan lingkungan, (2) mempertahankan *license to operate*, (3) mengakses pasar dan pembiayaan hijau, serta (4) membangun *competitive advantage* dalam transisi energi. Namun, implementasi *offset emission* pada industri migas juga menghadapi tantangan, isu kredibilitas *offset emission* berpotensi menyebabkan *greenwashing*.<sup>7</sup> Ketiadaan standar *monitoring, reporting, dan verification* (MRV) yang ketat dapat menimbulkan skeptisisme terhadap klaim *net zero emission*. Volatilitas harga karbon, keterbatasan proyek *offset* berkualitas tinggi, dan kompleksitas teknis pengukuran emisi juga turut menjadi problematika atas implementasi mekanisme *offset carbon*.

---

<sup>6</sup> M.Ag Dr. Sitti Faoziyah, *Pembangunan Kawasan Industri Migas Berkonsep Sustainability* (Bandarlampung: Pusaka Media, 2020).

<sup>7</sup> Kevin Faza Dermawana, Tri Handayanib, and Kevin Raihanc, "Dalam Model Implementasi Perdagangan Karbon Di Industri Hulu Minyak Dan Gas Bumi Indonesia POROS HUKUM," no. 21 (2024).

Dalam konteks *Long term Strategy on Low Carbon and Climate Resilience 2050 (LTS-LCCR 2050)* yang diadopsi Indonesia<sup>8</sup>, *offset emission* dapat menjadi *stepping stone* menuju transformasi bisnis yang lebih fundamental pada industri migas. Mekanisme ini memungkinkan perusahaan untuk segera berkontribusi pada target *net zero emission* sembari membangun kapabilitas, infrastruktur, dan model bisnis untuk fase transisi selanjutnya yang lebih ambisius.

Mencermati dinamika implementasi *offset emission* pada industri migas, maka diperlukan kajian mendalam mengenai peluang strategis dan tantangan operasional yang dihadapi. Analisis komprehensif diperlukan untuk mengidentifikasi praktik terbaik, kerangka implementasi efektif, dan rekomendasi kebijakan yang dapat memaksimalkan potensi *offset emission* sebagai instrumen bisnis berkelanjutan. Oleh karena itu, artikel ini berupaya mengurai kompleksitas tersebut dengan judul "Tinjauan Hukum *offset emission* sebagai Strategi Bisnis Berkelanjutan: Peluang dan Tantangan Industri Minyak dan Gas Bumi dalam Mengakselerasi *Net Zero Emission*" untuk memberikan perspektif strategis bagi industri migas dalam menavigasi transisi energi.

## B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian normatif atau doktrinal dengan pendekatan perundang-undangan dan pendekatan perbandingan. Jenis data yang digunakan adalah data kualitatif yang terdiri dari bahan hukum primer berupa peraturan perundang-undangan terkait *carbon trading* dan mitigasi iklim mencakup Protokol Kyoto, *Paris Agreement*, UU Nomor 16 Tahun 2016, UU Nomor 32 Tahun 2009, Peraturan OJK Nomor 14 Tahun 2023, dan regulasi terkait lainnya serta bahan hukum sekunder berupa literatur, jurnal, dan kajian akademis mengenai *offset emission* dan strategi keberlanjutan industri migas. Teknik analisis yang digunakan adalah deskriptif evaluatif dengan kerangka metode IRAC (*Issue, Rule, Analysis/Application, Conclusion*) untuk mengidentifikasi masalah, mengkaji regulasi yang mengatur, menganalisis penerapan hukum, dan menarik kesimpulan. Interpretasi bahan hukum dilakukan melalui penafsiran historis untuk menelaah latar belakang regulasi *offset emission*, penafsiran komparatif untuk membandingkan praktik internasional, dan

---

<sup>8</sup> UNFCCC, *Indonesia Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience 2050 (Indonesia LTS-LCCR 2050)* (Jakarta, 2021).

penafsiran teleologis untuk memahami tujuan peraturan. Penarikan kesimpulan menggunakan metode deduktif, yaitu dari prinsip-prinsip umum *carbon trading* menuju rekomendasi khusus implementasi *offset emission* pada industri migas Indonesia.

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Peluang dan Tantangan *Carbon Offset* sebagai Instrumen Strategis Bisnis Berkelanjutan Industri Migas

#### 1) Peluang *Offset Emission* sebagai Instrumen Strategis Bisnis Berkelanjutan Sektor Industri Migas

Industri minyak dan gas bumi menghadapi tekanan signifikan untuk mentransformasi model bisnisnya, mengingat kontribusi emisinya yang mencapai lebih dari 33 Gigaton CO<sub>2</sub> secara global pada 2019, meningkat tiga kali lipat dari dekade sebelumnya.<sup>9</sup> Karakteristik operasional industri migas mulai dari eksplorasi, eksploitasi, hingga distribusi menghasilkan emisi intensif sepanjang *value chain*, termasuk emisi fugitif metana yang memiliki potensi pemanasan global 25 kali lebih tinggi dibandingkan CO<sub>2</sub>.<sup>10</sup> Kompleksitas ini menuntut strategi dekarbonisasi yang tidak hanya memenuhi kepatuhan industri migas, namun juga menciptakan nilai bisnis berkelanjutan.

Kerangka regulasi internasional telah menyediakan fondasi bagi implementasi mekanisme berbasis pasar untuk mitigasi emisi melalui *flexibility mechanism* yang diamanatkan Protokol Kyoto dan diperkuat melalui *Paris Agreement* yang telah diratifikasi Indonesia melalui UU No. 16 Tahun 2016 membuka koridor bagi industri migas untuk mengadopsi strategi *offset emission* sebagai bagian integral dari *business sustainability framework*. Indonesia mengoperasionalkan komitmen internasionalnya melalui Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Nilai Ekonomi Karbon (Perpres NEK) yang mengatur tiga mekanisme utama, yakni pembayaran berbasis kinerja, pungutan karbon, dan perdagangan karbon yang mencakup *offset* emisi GRK. Mekanisme *offset emission* merepresentasikan pendekatan strategis

---

<sup>9</sup> Kementerian PPN/Bappenas, "Energi," Aksara, 2024, <https://lodi-indonesia.id/grk-energi#:~:text=Carbon Development Indonesia-,ENERGI,Gigaton CO2 pada 2019>.

<sup>10</sup> Kennial Laia, "IEA: Industri Minyak Dan Gas Gagal Batasi Emisi Metana Pada 2022," Betahita, 2023, <https://betahita.id/news/detail/8488/iea-industri-minyak-dan-gas-gagal-batasi-emisi-metana-pada-2022.html?v=1677725561#:~:text=Data IEA terbaru%2C Global Methane Tracker%2C yang,juta ton metana ke atmosfer tahun lalu>.

dimana perusahaan mengompensasi emisi operasional dengan mendanai atau mengimplementasikan proyek pengurangan emisi di lokasi lain seperti reforestasi, energi terbarukan, atau *carbon capture* yang secara terukur mengurangi atau menyerap emisi karbon. Berbeda dengan *emission trading* yang mensyaratkan penetapan *cap* emisi rigid, *offset emission* menawarkan fleksibilitas yang lebih tinggi, menjadikannya instrumen yang implementatif bagi industri migas Indonesia yang saat ini belum memiliki batas emisi yang ditetapkan pemerintah. Prinsip fundamental *offset emission* adalah mencapai *carbon neutrality*, dimana volume emisi yang dihasilkan diimbangi secara ekuivalen dengan pengurangan emisi yang diverifikasi.<sup>11</sup>

## 2) Tantangan *Carbon Offset* sebagai Instrumen Strategis Bisnis Berkelanjutan Industri Migas

Meskipun *carbon offset* menawarkan manfaat yang komprehensif. Tetapi, implementasinya dalam industri migas menghadapi tantangan fundamental yang dapat mengancam kredibilitas strategi keberlanjutan dan berpotensi memperburuk ketimpangan sosial ekologis jika tidak didasarkan pada kebijakan yang ketat. Adapun tantangannya sebagai berikut:

### a. Paradoks Legitimasi: *Offset Emission* sebagai "*License to Pollute*"

Kritik struktural terhadap mekanisme *offset emission* berpusat pada argumen bahwa *offset emission* memfasilitasi *business as usual scenarios* dimana industri migas dapat melanjutkan menghasilkan emisi yang tinggi dengan menggunakan kredit karbon sebagai "*indulgence*" atau legitimasi lingkungan.<sup>12</sup> Ketiadaan *emission cap* yang rigid dalam sektor migas Indonesia memperburuk risiko ini. Perusahaan dapat mengklaim *carbon neutrality* melalui *offset emission* tanpa pengurangan bermakna. Kondisi ini menciptakan moral *hazard* dimana insentif untuk investasi dalam transformasi teknologi dekarbonisasi seperti *electrification of operations*,

---

<sup>11</sup> Y T Chen Shi Yu Zhang and Colin W K Chen, "A Study on Carbon Reduction to Prevent Climate Change by Futures and Options Trading in ASEAN A Study on Carbon Reduction to Prevent Climate Change by Futures and Options Trading in ASEAN," *IOP Publishing*, 2019, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/373/1/012023>.

<sup>12</sup> Jens Friis Lund & Nils Markusson Holly Jean Buck, Wim Carton, "Why Residual Emissions Matter Right Now," *Nature Climate Change* 13 (2023): 351–58, <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41558-022-01592-2>.

*hydrogen integration*, atau *fundamental process redesign* terdistorsi oleh ketersediaan kredit *offset*. Studi menunjukkan banyak perusahaan memprioritaskan kepatuhan administrasi melalui pengadaan *offset emission* dibandingkan dengan pengurangan emisi yang substansial, sehingga tidak berkontribusi pada penurunan gas rumah kaca yang diperlukan untuk membatasi suhu bumi hingga 1.5°C.

## b. Ketidakadilan Distributif dan Marginalisasi Komunitas Lokal

Implementasi proyek *offset emission* dalam konteks industri ekstraktif yang dilakukan melalui reboisasi, seringkali mengulang pola kolonialisme lingkungan dan kolonialisme karbon. Laporan *Rights and Resources Initiative & McGill University* mengidentifikasi bahwa meskipun lebih dari 35% hutan global berada dalam sistem kepemilikan tanah adat masyarakat adat dan komunitas lokal, namun kerangka hukum di sebagian besar yurisdiksi termasuk Indonesia gagal mengakui hak karbon mereka.<sup>13</sup> Akibatnya terjadi konflik hak atas tanah, proyek-proyek kompensasi seringkali dilaksanakan di tanah adat tanpa persetujuan dan terinformasi, yang mengakibatkan pengusiran dan pembatasan akses terhadap sumber daya tradisional. Seperti halnya kasus Katingan Mentaya Project, dimana masyarakat adat Dayak Misik mengalami pengambilalihan lahan dengan dalih konservasi.<sup>14</sup> Proyek tersebut akhirnya menyebabkan distribusi manfaat yang tidak merata. Pendapatan dari penjualan kredit karbon sebagian besar dikuasai oleh pengembang proyek dan perantara, dengan sedikit manfaat yang mengalir ke komunitas lokal.

## c. Resiko *Greenwashing* dan Erosi Kepercayaan Publik

Kombinasi antara kompleksitas teknis dalam perhitungan karbon, kurangnya protokol MRV yang terstandarisasi, dan ketidakhadiran mekanisme verifikasi pihak ketiga yang kuat menciptakan kondisi yang menguntungkan bagi praktik *greenwashing*. Perusahaan dapat membuat klaim *net zero emission* yang berlebihan berdasarkan kredit karbon berkualitas rendah atau pengurangan yang dihitung ganda, menyematkan pemangku kepentingan dan merusak kepercayaan publik

---

<sup>13</sup> McGill, "State of Indigenous Peoples', Local Communities', and Afro-Descendant Peoples' Carbon Rights in Tropical and Subtropical Lands and Forests," 2024, [https://rightsandresources.org/wp-content/uploads/Policy-Brief\\_Carbon-Rights-EN.pdf](https://rightsandresources.org/wp-content/uploads/Policy-Brief_Carbon-Rights-EN.pdf).

<sup>14</sup> Xoco A. Shinbrot et al., "Natural and Financial Impacts of Payments for Forest Carbon Offset: A 14 Year-Long Case Study in an Indigenous Community in Panama," *Land Use Policy* 115 (2022), <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106047>.

terhadap komitmen iklim korporasi. Hal ini menjadi peoblematika, mengingat kredit karbon Indonesia belum sepenuhnya diakui di pasar internasional, menimbulkan pertanyaan tentang integritas dan validitas historis pengurangan yang diklaim. Tanpa mengatasi tantangan mendasar tersebut melalui perbaikan tata kelola perusahaan dan intervensi regulasi pemerintah, mekanisme *offset emission* berisiko berubah menjadi alat legitimasi semata yang justru memperburuk kondisi iklim. Pada akhirnya, hal ini akan merusak keberlanjutan jangka panjang industri minyak dan gas bumi Indonesia.

Kondisi demikian sesuai dengan praktik *carbon trading* di lingkup PT. Pertamina (Persero). Berdasarkan wawancara yang dilakukan PT Pertamina Power Indonesia, menyatakan bahwa saat ini *Subholding Upstream* tidak diperkenankan untuk memperdagangkan emisi, karena *Subholding Upstream* masih menghasilkan emisi terbesar, sehingga PT Pertamina New and Renewable Energy memiliki posisi sebagai *carbon market aggregator*. Hal ini dikarenakan PNRE bergerak dalam “*green bussines*”.

Pertamina New and Renewable Energy termasuk sebagai penjual kredit karbon pertama saat diluncurkannya perdagangan perdana IDX Carbon tahun 2023, telah memperdagangkan sekitar 864 ribu ton CO<sub>2</sub><sup>15</sup>. Pertamina NRE memiliki kredit karbon dari Pembangkit Listrik Tenaga Panas bumi (PLTP) Lahendong unit 5 dan 6 yang dikelola oleh anak usaha Pertamina NRE yakni PT Pertamina Geothermal Energy Tbk (PGE) dan telah menghasilkan kredit karbon yang memenuhi standar nasional oleh KLHK. Sumber kredit karbon lain yakni Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) Sei Mangkei dengan estimasi kredit karbon 150 ribu ton CO<sub>2</sub>e pada tahun 2021-2023 dan 200 ribu ton CO<sub>2</sub>e pada periode 2024-2027. Berdasarkan wawnacara dengan PPI, dalam melakukan *offset* emisi, Pertamina memiliki tujuh tahapan yang digunakan sebagai acuan *offset* emisi.

Apabila mekanisme perdagangan emisi tidak segera diberikan legitimasi, maka banyak perusahaan cenderung hanya memenuhi kewajiban *offset emission* untuk melakukan reduksi emisi secara substansial. Dalam kondisi tersebut, perusahaan lebih

---

<sup>15</sup> Benardy Ferdiansyah, “Penjualan Kredit Karbon Pertamina NRE Capai 565 Ribu Ton CO<sub>2</sub>e,” Antara, 2024, <https://www.antaraneews.com/berita/4245623/penjualan-kredit-karbon-pertamina-nre-capai-565-ribu-ton-co2e>.

sering berfokus pada pencapaian target administratif semata. Perusahaan hanya sekadar memenuhi laporan inventarisasi emisi tanpa melakukan transformasi teknologi atau perubahan operasional yang signifikan. Hal ini menimbulkan risiko terjadinya praktik *offset emission* berlebihan atau strategi jangka pendek yang tidak berkontribusi pada dekarbonisasi struktural. Oleh karena itu, penerapan perdagangan emisi menjadi krusial, karena mekanisme ini menetapkan batas emisi yang ketat sekaligus menciptakan pasar izin emisi yang mendorong efisiensi biaya dan inovasi teknologi. Dengan adanya perdagangan emisi, perusahaan tidak hanya dipaksa untuk menyesuaikan diri dengan regulasi, tetapi juga memperoleh insentif ekonomi untuk benar-benar menurunkan emisi secara berkelanjutan, sehingga mendukung pencapaian target *net zero emission* pada skala nasional maupun global.

Guna membenahi praktik *carbon trading* sektor industri migas di Indonesia yang hanya terpusat pada *offset emission*, maka diperlukan studi dari negara lain seperti Kanada dan Kenya. Kanada, sebagai produsen minyak terbesar keempat dan gas kelima dunia, menghadapi tantangan besar karena sektor migas menyumbang 27% total emisi GRK nasional. Untuk mencapai target iklim 2030 dan 2050, pemerintah Kanada menerapkan Undang-Undang Akuntabilitas Emisi Nol Bersih yang mengikat secara hukum dan menyusun *Oil and Gas Sector Greenhouse Gas Emissions Cap Regulations* sebagai turunan dari *Greenhouse Gas Pollution Pricing Act*. Sistem *carbon trading* Kanada memberikan fleksibilitas kepada provinsi dan teritori untuk menerapkan mekanisme sendiri baik sistem harga eksplisit (pungutan karbon atau sistem hibrida) maupun *cap and trade* selama memenuhi standar keketatan nasional minimum dengan harga karbon \$170 per ton pada 2030, dan jika tidak memenuhi standar, pemerintah federal akan menerapkan sistem *backstop*. Kebijakan ini telah mendorong perusahaan-perusahaan besar seperti Pathways Alliance (yang mewakili 95% produksi pasir minyak Kanada) untuk menetapkan target emisi nol bersih dan mengembangkan rencana dekarbonisasi,<sup>16</sup> sementara penetapan harga karbon yang diberlakukan sejak 2019 menciptakan insentif finansial di seluruh sektor ekonomi untuk mengurangi emisi dan

---

<sup>16</sup> Government of Canada, "Options to Cap and Cut Oil and Gas Sector Greenhouse Gas Emissions to Achieve 2030 Goals and Net-Zero by 2050 – Discussion Document," 2022, <https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/climate-plan/oil-gas-emissions-cap/options-discussion-paper.html>.

berinvestasi dalam inovasi bersih melalui sistem federal, provinsi, dan teritorial yang terintegrasi.

Kenya, sebagai negara berkembang dengan situasi ekonomi dan lingkungan yang mirip Indonesia, telah menjadi salah satu pemimpin perdagangan karbon di Afrika dengan menduduki peringkat kedelapan global dalam penerbitan kredit karbon berbasis alam melalui *Voluntary Carbon Market (VCM)* dan peringkat teratas dalam Indeks Daya Tarik Investasi VCM Abatable 2024.<sup>17</sup> Sejak era *Clean Development Mechanism (CDM)* Protokol Kyoto, Kenya mengintegrasikan perdagangan karbon sebagai instrumen strategis mitigasi iklim nasional melalui skema pasar sukarela dan mekanisme berbasis proyek yang menghasilkan *Certified Emission Reductions (CERs)* di sektor energi terbarukan, kehutanan, dan efisiensi energi dengan standar internasional seperti *Verified Carbon Standard (VCS)* dan *Gold Standard*, serta menargetkan pengurangan emisi 32% pada 2030 melalui *Nationally Determined Contributions (NDC)*. Kerangka regulasi diperkuat oleh *Climate Change Act 2016*, Rancangan Undang-Undang Perubahan Iklim 2023, dan Peraturan Pasar Karbon 2024 yang memperkenalkan registrasi karbon nasional dan aturan pembagian keuntungan yang menjamin masyarakat adat dan komunitas lokal mendapat bagian substansial dari proyek karbon, dengan kelembagaan yang melibatkan *National Environment Management Authority (NEMA)* sebagai *Designated National Authority*, *Ministry of Environment* untuk koordinasi kebijakan, dan *Kenya Forest Service* untuk proyek REDD+.<sup>18</sup> Meskipun Kenya telah meregistrasi lebih dari 30 proyek CDM yang menghasilkan jutaan CERs dan mencapai pengurangan emisi estimasi 3-5 juta ton CO<sub>2</sub> *equivalent* secara kumulatif melalui proyek landmark seperti *Lake Turkana Wind Power* dan *Kasigau Corridor REDD+* yang memberikan manfaat pengurangan emisi, akses energi bersih, dan pemberdayaan ekonomi lokal, tantangan persisten berupa biaya transaksi tinggi, keterbatasan *Measurement, Reporting, and Verification (MRV)*, dan volatilitas harga karbon internasional masih memerlukan penguatan kebijakan, peningkatan transparansi, dan pengembangan pasar karbon lokal untuk *scaling up* dan mencapai ambisi iklim yang lebih tinggi.

---

<sup>17</sup> Abatable, "The VCM's Top 40: Exploring the Countries Making Waves in Carbon Markets Today – and How They're Doing It," 2024, <https://abatable.com/blog/top-40-vc investment-attractiveness-index/>.

<sup>18</sup> Abdirizak Arale Nunow, "Carbon Trading in Kenya : Challenges and Opportunities Carbon Trading in Kenya : Challenges and Opportunities," *Journal of Environment* 5, no. 2 (2025): 1–16.

Berdasarkan analisis komparatif praktik perdagangan karbon sektor migas di Negara Norwegia, dan Kenya, dapat ditarik benang merah bahwa sejatinya Indonesia dapat mengaplikasikan mekanisme yang relevan. Pada tahap pertama, diperlukan sebuah payung hukum yang komprehensif untuk mengatur terkait dengan batasan emisi, penetapan harga karbon, mekanisme perdagangan emisi dan penyeimbangan emisi, pengawasan, pelaporan, serta penjatuhan sanksi. Hasil dari penjualan karbon tersebut dapat digunakan untuk melakukan pendanaan di sektor energi baru terbarukan seperti yang telah dilakukan oleh Negara Kenya. Selain itu diperlukan harmonisasi lembaga dalam pelaksanaan *carbon trading* agar pelaksanaannya dapat terakomodir dengan maksimal. Dengan mengaplikasikan ketentuan tersebut, dapat diyakini bahwa Indonesia mampu mengakselerasi target *net zero emission* sesuai yang tertera pada dokumen NDC.

## **Model kebijakan *Offset Emission* Berdasarkan Teori Keadilan Lingkungan Brian Baxter guna Mendukung Bisnis Berkelanjutan yang Berpihak Kepada Lingkungan**

Teori keadilan lingkungan Brian Baxter menawarkan paradigma transformatif yang menempatkan keadilan tidak hanya bagi manusia, tetapi juga bagi seluruh organisme di planet Bumi. Dalam karya monumentalnya "*A Theory of Ecological Justice*" (2004), Baxter berargumen bahwa spesies selain homo sapiens memiliki klaim keadilan atas bagian sumber daya Bumi, mengeksplorasi klaim keadilan yang diterapkan pada organisme dengan berbagai tingkat kompleksitas dan menggambarkan pengaturan kelembagaan yang diperlukan untuk mengintegrasikan klaim keadilan ekologis ke dalam pengambilan keputusan manusia.<sup>19</sup> Pendekatan Baxter ini sangat relevan dalam konteks kebijakan *offset emission*, di mana diperlukan transformasi fundamental dari mekanisme pasar karbon konvensional yang cenderung antroposentris dan eksploitatif menuju sistem yang benar-benar adil secara ekologis dan sosial. Penulisan ini mengusulkan kebaruan yang mengintegrasikan tiga dimensi inovasi krusial yang selaras dengan prinsip keadilan distributif, prosedural, dan korektif dari Baxter. Diperlukan integrasi dan transparansi pasar karbon dan mekanisme *share of proceeds towards adaptation* yang memastikan keadilan distributif bagi komunitas rentan guna menciptakan sinergi antara instrumen pembiayaan berkelanjutan dengan pasar karbon.

---

<sup>19</sup> Brian Baxter, *A Theory of Ecological Justice* (London: Routledge, 2004).

Fragmentasi pasar karbon global menciptakan inefisiensi yang masif, duplikasi upaya, dan risiko *greenwashing* yang tinggi. Saat ini terdapat berbagai standar krediting program yang beroperasi secara independen, termasuk *Verified Carbon Standard* (VCS) dari *Verra*, *Gold Standard*, *American Carbon Registry* (ACR), dan *Climate Action Reserve* (CAR), masing-masing dengan metodologi dan prosedur verifikasi sendiri yang tidak selalu kompatibel satu sama lain. Untuk mengatasi fragmentasi ini, grup yang terdiri dari 30 organisasi terkemuka dari bisnis, nonprofit, dan sektor publik telah bersatu membentuk inisiatif multi-*stakeholder* terbuka untuk mengembangkan protokol yang menyelaraskan definisi dan aturan yang menstandarisasi data yang menggambarkan proyek kredit karbon di berbagai pasar, geografi, dan tipe aktivitas, dengan *carbon data open protocol* yang bertujuan untuk menciptakan proses dan definisi untuk standarisasi, transparansi, dan fungibilitas yang lebih besar guna meningkatkan integritas dan secara dramatis menskalakan pasar karbon.<sup>20</sup>

Integrasi pasar karbon bukan semata-mata tentang harmonisasi teknis, tetapi juga tentang menciptakan praktik yang adil di mana pelaku dari negara berkembang dan negara maju dapat berpartisipasi dengan setara. Article 6 dari *Paris Agreement* memegang potensi signifikan untuk mengantarkan era transformatif dalam penetapan harga karbon multilateral global dengan menciptakan kerangka kohesif untuk kerja sama internasional, memfasilitasi keterkaitan sistem regional dan nasional melalui *internationally transferred mitigation outcomes* (Article 6.2), mempromosikan kolaborasi dan mengurangi fragmentasi pasar, serta dengan memfasilitasi integrasi pasar, Article 6 dapat meningkatkan likuiditas dan efisiensi, dengan standar yang jelas dan transparansi di bawah kerangkanya yang mungkin mendorong partisipasi sektor swasta, mendukung inovasi dan investasi dalam pengurangan emisi.<sup>21</sup> Integrasi yang efektif juga memungkinkan transfer sumber daya ke negara-negara berkembang, mempromosikan partisipasi yang setara, dengan mekanisme monitoring dan verifikasi yang bertujuan untuk memastikan kredibilitas dan membangun kepercayaan, mendorong adopsi yang lebih luas dari sistem penetapan harga karbon.

---

<sup>20</sup> S&P Global, "New Carbon Data Standards Initiative to Aid and Scale Carbon Markets," March 18, 2025, <https://press.spglobal.com/2025-03-18-New-Carbon-Data-Standards-Initiative-to-Aid-and-Scale-Carbon-Markets>.

<sup>21</sup> World Economic Forum, "This is how we build a balanced global carbon pricing system," January 2025, <https://www.weforum.org/stories/2025/01/build-a-balanced-global-carbon-pricing-system/>.

Mencermati pernyataan tersebut, maka diperlukan formulasi kebijakan yang mampu mendukung integrasi dan transparansi *offset emission*. Seperti halnya Negara Kenya yang merupakan salah satu negara berkembang yang dapat melaksanakan *credit carbon* dengan maksimal, didukung oleh kerangka regulasi *voluntary carbon market* yang komprehensif dan terstruktur. Kenya menerbitkan *Climate Change (Carbon Markets) Regulations* pada tahun 2024 dan menyediakan kerangka kerja untuk implementasi proyek karbon. Regulasi tersebut mencakup beberapa elemen penting yang menjadikan Kenya sebagai pemimpin pasar karbon sukarela di Afrika.<sup>22</sup> Pada tahun 2022, Kenya menempati posisi kedua sebagai penerbit kredit pasar karbon sukarela terbesar di Afrika dengan 11 juta kredit.

Keunggulan regulasi Kenya terletak pada pembentukan *Designated National Authority* (DNA) yang bertanggung jawab mengawasi seluruh aktivitas pasar karbon, serta *National Carbon Registry* yang berfungsi sebagai alat akuntansi untuk mendokumentasikan kredit karbon terverifikasi Kenya. DNA bertanggung jawab membuat keputusan tentang konsep proyek, mengeluarkan surat tidak keberatan setelah proyek disetujui, dan memberikan panduan tentang mekanisme Pasal 6.2 dan 6.4 Protocol Kyoto. Sistem ini memastikan transparansi dan akuntabilitas dalam perdagangan karbon, sekaligus mencegah *double counting* emisi.<sup>23</sup> Colombia juga merupakan contoh negara yang memiliki regulasi VCM komprehensif. Negara ini memiliki registri karbon nasional dan telah merevisi pajak karbonnya untuk mendorong pasokan kredit yang lebih besar. Pasar karbon sukarela memerlukan kerangka kebijakan yang jelas terlepas dari zona iklim, dan studi empiris menunjukkan pentingnya dukungan regulasi pemerintah untuk membangun fondasi pasar karbon berintegritas tinggi.

Penelitian Battocletti dalam publikasi "*The Voluntary Carbon Market: Market Failures and Policy Implications*" juga menekankan bahwa kredibilitas pasar karbon sukarela sangat bergantung pada standar kualitas yang ketat dan mekanisme verifikasi yang transparan.<sup>24</sup> Kenya telah menunjukkan komitmen pada prinsip-prinsip ini melalui regulasi komprehensifnya yang mengintegrasikan standar karbon yang diakui, persyaratan monitoring

---

<sup>22</sup> Kenya. *Climate Change (Carbon Markets) Regulations, 2024*. Legal Notice No. 84. Kenya Gazette Supplement No. 105. Nairobi: Government Printer, May 17, 2024.

<sup>23</sup> Clifton, Samuel J. "Carbon Trading in Kenya: Challenges and Opportunities." *American Journal of Environmental Management* 5, no. 2 (2025): 1-16. <https://www.researchgate.net/publication/389049424>.

<sup>24</sup> Battocletti, Vittoria, Luca Enriques, and Alessandro Romano. "The Voluntary Carbon Market: Market Failures and Policy Implications." *University of Colorado Law Review* 95, no. 3 (2024): 519-611. <https://scholar.law.colorado.edu/lawreview/vol95/iss3/2>.

dan verifikasi, serta mekanisme *benefit sharing* dengan komunitas lokal. Kesuksesan Kenya dan Colombia dalam mengimplementasikan pasar karbon sukarela menunjukkan bahwa kombinasi antara regulasi pemerintah yang jelas, komitmen terhadap standar internasional, dan sistem registrasi transparan menjadi kunci untuk memaksimalkan potensi *credit carbon* dalam berkontribusi pada target pengurangan emisi global.

Selain upaya tersebut, diperlukan implementasi mekanisme "*Share of Proceeds towards Adaptation*" yang sistematis dan bersifat wajib dalam setiap transaksi kredit karbon. Prinsip keadilan distributif Baxter menekankan pembagian yang adil atas manfaat dan beban lingkungan di antara generasi sekarang dan masa depan, serta di antara berbagai spesies yang mendiami planet ini.<sup>25</sup> Dalam konteks perubahan iklim, terdapat ketidakadilan distributif yang mencolok di mana negara-negara berkembang dan komunitas marginal menanggung beban terberat dari dampak perubahan iklim meskipun kontribusi historis mereka terhadap emisi gas rumah kaca relatif minimal. *Paris Agreement* mengakui urgensi ini dengan menetapkan bahwa adaptasi mendapatkan bagian dari *proceeds* mekanisme pembangunan berkelanjutan, dengan tujuan untuk meningkatkan pendanaan adaptasi yang sangat diperlukan oleh negara-negara berkembang yang rentan terhadap dampak perubahan iklim.

Mekanisme *Share of Proceeds towards Adaptation* dalam Article 6.4 *Paris Agreement* menetapkan kontribusi sebesar 5 persen dalam volume unit karbon yang diterbitkan, dengan kontribusi moneter tambahan sebesar 3 persen dari *issuance fee* yang dibayarkan untuk setiap permintaan, kemudian ditransfer sebagai kontribusi ke *adaptation fund*.<sup>26</sup> Untuk perusahaan dari negara maju dengan intensitas karbon yang tinggi, kontribusi SOP ditetapkan sebesar 10 persen dari nilai transaksi kredit karbon, sementara untuk perusahaan dari negara berkembang atau SMEs, kontribusi dapat disesuaikan menjadi 5-7 persen untuk memastikan bahwa mekanisme ini tidak menjadi hambatan masuk yang kontraproduktif. Dana yang terkumpul dialokasikan ke "*Ecological Justice Adaptation Fund (EJAF)*" yang dikelola secara multi *stakeholder* dengan representasi yang berimbang dari negara maju dan berkembang,

---

<sup>25</sup> Center for Strategic and International Studies (CSIS), "Voluntary Carbon Markets: A Review of Global Initiatives and Evolving Models," May 31, 2023, <https://www.csis.org/analysis/voluntary-carbon-markets-review-global-initiatives-and-evolving-models>.

<sup>26</sup> International Institute for Sustainable Development (IISD), "Understanding Adaptation Finance as Investment in Equity," July 10, 2024, <https://sdg.iisd.org/commentary/policy-briefs/understanding-adaptation-finance-as-investment-in-equity/>

masyarakat sipil, masyarakat adat, bahkan untuk pengembangan teknologi ramah lingkungan atau untuk pembiayaan proyek transisi energi.

## D. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Industri minyak dan gas bumi Indonesia menghadapi dilema fundamental dalam mengadopsi mekanisme *offset emission* sebagai instrumen strategis bisnis berkelanjutan. Di satu sisi, *offset emission* menawarkan fleksibilitas bagi industri migas untuk mencapai *carbon neutrality* melalui investasi dalam proyek pengurangan emisi seperti reforestasi dan energi terbarukan, terutama mengingat Indonesia telah meratifikasi Paris Agreement melalui UU No. 16 Tahun 2016 dan mengoperasionalisasinya melalui Perpres NEK No. 98 Tahun 2021. Namun di sisi lain, implementasi *offset emission* menghadapi tiga tantangan struktural yang mengancam kredibilitas dan keadilan lingkungan: pertama, paradoks legitimasi dimana *offset emission* berpotensi menjadi "*license to pollute*" yang memfasilitasi *business as usual* tanpa pengurangan emisi substansial; kedua, ketidakadilan distributif yang mengulang pola kolonialisme karbon, dimana proyek *offset* seperti Katingan Mentaya *Project* mengakibatkan pengambilalihan lahan adat dan distribusi manfaat yang tidak merata; dan ketiga, risiko *greenwashing* akibat kompleksitas teknis perhitungan karbon dan ketiadaan protokol MRV terstandarisasi, yang diperburuk oleh fakta bahwa kredit karbon Indonesia belum sepenuhnya diakui di pasar internasional.

Guna mengatasi tantangan tersebut, diperlukan transformasi fundamental kebijakan *offset emission* Indonesia yang didasarkan pada teori keadilan lingkungan Brian Baxter dengan mengintegrasikan tiga dimensi keadilan: distributif, prosedural, dan korektif. Pembelajaran dari Kenya dan Colombia menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi *voluntary carbon market* memerlukan regulasi komprehensif yang mencakup pembentukan *Designated National Authority* untuk pengawasan, *National Carbon Registry* untuk transparansi dan pencegahan *double counting*, serta mekanisme *benefit sharing* dengan komunitas lokal. Indonesia perlu mengadopsi model serupa dengan memperkuat integrasi pasar karbon melalui penyesuaian dengan Article 6 *Paris Agreement*, implementasi *carbon data open protocol* untuk standarisasi dan transparansi, serta penerapan mekanisme *share of proceeds towards adaptation* sebesar 5-10 persen dari setiap transaksi kredit karbon untuk dialokasikan ke

*Ecological Justice Adaptation Fund* (EJAF) atau untuk pembiayaan proyek transisi energi. Mekanisme ini tidak hanya memastikan keadilan distributif dengan mengalirkan sumber daya kepada komunitas rentan dan negara berkembang, tetapi juga menciptakan insentif struktural bagi industri migas untuk benar-benar mentransformasi model bisnisnya menuju dekarbonisasi substansial, bukan sekadar menggunakan *offset emission* sebagai legitimasi administratif belaka.

## Saran

Pemerintah Indonesia perlu melakukan pembaharuan perundang-undangan mengenai *carbon trading* sektor migas melalui Peraturan Presiden. Hal tersebut sebagai bentuk legitimasi atas Ratifikasi *Paris Agreement* untuk mendukung mitigasi iklim global. Dengan demikian, *net zero emission* dapat tercapai dengan optimal.

Implementasi *offset emission* harus diawasi oleh pemerintah dan masyarakat, diperlukan integrasi dan transparansi sistem MRV, serta diperlukan pengaturan yang spesifik terkait lembaga yang mengatur dan pengawasannya meliputi: Kementerian Lingkungan Hidup, Kementerian Kehutanan, Kementerian ESDM, Otoritas Jasa Keuangan, Bank Indonesia, Industri sektor Minyak dan Gas Bumi, dan Pemerintah Daerah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abatable. "The VCM's Top 40: Exploring the Countries Making Waves in Carbon Markets Today – and How They're Doing It," 2024. <https://abatable.com/blog/top-40-vc investment-attractiveness-index/>.
- Canada, Government of. "Options to Cap and Cut Oil and Gas Sector Greenhouse Gas Emissions to Achieve 2030 Goals and Net-Zero by 2050 – Discussion Document," 2022. <https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/climate-plan/oil-gas-emissions-cap/options-discussion-paper.html>.
- Dermawana, Kevin Faza, Tri Handayanib, and Kevin Raihanc. "Dalam Model Implementasi Perdagangan Karbon Di Industri Hulu Minyak Dan Gas Bumi Indonesia POROS HUKUM," no. 21 (2024).
- Dr. Sitti Faoziyah, M.Ag. *PEMBANGUNAN KAWASAN INDUSTRI MIGAS BERKONSEP SUSTAINABILITY*. Bandarlampung: Pusaka Media, 2020.

- Ferdiansyah, Benardy. “Penjualan Kredit Karbon Pertamina NRE Capai 565 Ribu Ton CO<sub>2</sub>e.” Antara, 2024. <https://www.antaraneews.com/berita/4245623/penjualan-kredit-karbon-pertamina-nre-capai-565-ribu-ton-co2e>.
- Holly Jean Buck, Wim Carton, Jens Friis Lund & Nils Markusson. “Why Residual Emissions Matter Right Now.” *Nature Climate Change* 13 (2023): 351–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41558-022-01592-2>.
- Laia, Kennial. “IEA: Industri Minyak Dan Gas Gagal Batasi Emisi Metana Pada 2022.” Betahita, 2023. <https://betahita.id/news/detail/8488/iea-industri-minyak-dan-gas-gagal-batasi-emisi-metana-pada-2022.html?v=1677725561#:~:text=Data IEA terbaru%2C Global Methane Tracker%2C yang,juta ton metana ke atmosfer tahun lalu>.
- Madyan, Muhammad. “Analisis Pengungkapan Emisi Karbon Perusahaan Indonesia.” unairnews, 2024. <https://unair.ac.id/analisis-pengungkapan-emisi-karbon-perusahaan-indonesia/>.
- McGill. “State of Indigenous Peoples’, Local Communities’, and Afro-Descendant Peoples’ Carbon Rights in Tropical and Subtropical Lands and Forests,” 2024. [https://rightsandresources.org/wp-content/uploads/Policy-Brief\\_Carbon-Rights-EN.pdf](https://rightsandresources.org/wp-content/uploads/Policy-Brief_Carbon-Rights-EN.pdf).
- Nunow, Abdirizak Arale. “Carbon Trading in Kenya : Challenges and Opportunities Carbon Trading in Kenya : Challenges and Opportunities.” *Journal of Environment* 5, no. 2 (2025): 1–16.
- Organization, World Meteorological. “WMO Confirms 2024 as Warmest Year on Record at about 1.55°C above Pre-Industrial Level,” 2025. <https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level>.
- PPN/Bappenas, Kementerian. “Energi.” Aksara, 2024. <https://lcdi-indonesia.id/grk-energi#:~:text=Carbon Development Indonesia-,ENERGI,Gigaton CO2 pada 2019>.
- Prihatiningtyas, Wilda, Suparto Wijoyo, Indria Wahyuni, and Zuhda Mila Fitriana. “Perspektif Keadilan Dalam Kebijakan Perdagangan Karbon (Carbon Trading) Di Indonesia Sebagai Upaya Mengatasi Perubahan Iklim.” *Refleksi Hukum: Jurnal Ilmu Hukum* 7, no. 2 (2023): 163–86. <https://doi.org/10.24246/jrh.2023.v7.i2.p163-186>.
- Ratu, Devi, Ng D Wulla, and Muhammad Sarjan. “Penerapan Prinsip Deklarasi Rio : Strategi Mengatasi Perubahan Iklim” 4, no. 1 (2024).

Shi Yu Zhang, Y T Chen, and Colin W K Chen. “A Study on Carbon Reduction to Prevent Climate Change by Futures and Options Trading in ASEAN A Study on Carbon Reduction to Prevent Climate Change by Futures and Options Trading in ASEAN.” *IOP Publishing*, 2019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/373/1/012023>.

Shinbrot, Xoco A., Ignacia Holmes, Madeleine Gauthier, Petra Tschakert, Zoe Claire Wilkins, Lydia Baragón, Berta Opúa, and Catherine Potvin. “Natural and Financial Impacts of Payments for Forest Carbon Offset: A 14 Year-Long Case Study in an Indigenous Community in Panama.” *Land Use Policy* 115 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106047>.

Stefanie Hellweg, Enrico Benetto, Mark A. J. Huijbregts, Francesca Verones & Richard Wood. “Life-Cycle Assessment to Guide Solutions for the Triple Planetary Crisis.” *Nature Reviews Earth & Environment* 4 (2023): pages471–486.

UNFCC. *Indonesia Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience 2050 (Indonesia LTS-LCCR 2050)*. Jakarta, 2021.