



The Effects of Fossil Energy Consumption and Renewable Energy Investment on Indonesia's Greenhouse Gas Emissions: An Analysis within the Green Economy Framework

**Bonaraja Purba¹, Grace Sari Adinda Pakpahan², Novia Hanifa Surbakti³,
Rifka Ajeng Nurbalqis⁴**

Email: bonarajapurba@unimed.ac.id¹, gracepakpahan151@gmail.com²,
noviahanifa55@gmail.com³, rifkaajengnur07@gmail.com⁴

Universitas Negeri Medan

ABSTRACT

This study aims to the relationship between fossil energy consumption, renewable energy development, and greenhouse gas (GHG) emissions in Indonesia within the framework of a green econmy. The study employs a descriptive quantitative approach using secondary data from Statistics Indonesia (BPS) for the 2020–2024 period, covering the Energy Flow Accounts and GHG Emissions Accounts, along with supporting data from the Ministry of Environment and Forestry (KLHK), the Ministry of Energy and Mineral Resources (ESDM), and various related scientific literature. The results show that fossil energy consumption particularly coal continues to dominate Indonesia's energy input structure, reaching 96.89% of total natural energy inputs in 2024, while the renewable energy contribution actually declined from 3.51% (2020) to 3.11% (2024). Total GHG emissions increased from 820,375 GgCO₂e (2020) to 1,040,663 GgCO₂e (2024), with the Manufacturing and Electricity and Gas Supply sectors contributing 71.88% of emissions across all industries. The emission intensity of the Manufacturing sector increased by 41% during the study period, indicating that decoupling between economic growth and emissions has not yet occurred. Renewable energy development, as reflected by the renewable energy mix, showed a declining trend, from 7.20% in 2020 to 4.97% in 2024, which occurred alongside an approximately 6% increase in national GHG emission intensity. This study concludes that Indonesia's continued dependence on fossil energy and the limited development of renewable energy occurred alongside increasing GHG emissions, indicating that the transition toward a green economy has not yet been optimal. This study recommends increased investment in renewable energy research and development, accelerated pro-renewable energy policies, and strengthening of an integrated green economy policy framework.

Keywords: fossil energy; greenhouse gas emissions; green economy; renewable energy; SEEA

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global telah menjadi salah satu tantangan paling mendesak bagi umat manusia di abad ke-21. Laporan *State of the Climate* yang diterbitkan World Meteorological Organization (2025) mencatat bahwa konsentrasi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan dinitrogen oksida (N₂O) mencapai level tertinggi sepanjang sejarah pengamatan. Suhu rata-rata global periode Januari–Agustus 2025 tercatat sekitar 1,42°C di atas rata-rata pra-industri, menempatkan tahun 2025 sebagai salah satu tahun terpanas dalam sejarah modern. Pemanasan laut mencapai rekor tertinggi, kenaikan muka air laut meningkat dari 2,1 mm per tahun (1993–2002) menjadi 4,1 mm per tahun (2016–2025), serta pencairan gletser global mencapai kehilangan es terbesar yang pernah tercatat (World Meteorological Organization, 2025).

Efek rumah kaca merupakan fenomena di mana gas-gas seperti karbon dioksida, metana, dan uap air di atmosfer bumi menahan sebagian panas matahari yang dipancarkan dari permukaan bumi. Pentingnya efek rumah kaca terletak pada peranannya dalam menjaga suhu di Bumi agar tetap hangat dan mendukung kehidupan. Tanpa efek rumah kaca, suhu rata-rata Bumi akan sangat rendah, sehingga kondisi ini akan sulit atau bahkan tidak mungkin mendukung kehidupan seperti yang kita kenal (Irma & Gusmira, 2023). Namun, kekhawatiran muncul karena aktivitas manusia, terutama pembakaran bahan bakar fosil, meningkatkan konsentrasi gas-gas rumah kaca dalam atmosfer, yang dapat memperkuat efek rumah kaca secara berlebihan.

Sejak revolusi industri, penggunaan energi fosil seperti minyak, gas, dan batu bara telah mendominasi kebutuhan energi global. Ketergantungan dunia pada energi fosil telah mendukung pertumbuhan ekonomi, meningkatkan produktivitas, dan memperbaiki standar hidup masyarakat secara signifikan. Namun, di balik manfaat tersebut, penggunaan energi fosil menimbulkan dampak lingkungan yang serius terutama dalam konteks perubahan iklim. Pembakaran energi fosil merupakan sumber utama emisi gas rumah kaca (GRK), yang termasuk karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan nitrogen oksida (N_2O). Gas-gas ini terperangkap di atmosfer bumi dan menyebabkan efek rumah kaca, yang berujung pada pemanasan global (Tjiwidjaja & Salima, 2023).

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim. Pemerintah Indonesia telah menyusun berbagai kebijakan terkait perlindungan lingkungan dan pembangunan berkelanjutan, salah satunya Peraturan Pemerintah Nomor 46 Tahun 2017 tentang Instrumen Ekonomi Lingkungan Hidup, yang kemudian menjadi dasar Peraturan Badan Pusat Statistik Nomor 3 Tahun 2023 tentang Pedoman Penyusunan Neraca Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup. Regulasi tersebut menjadi dasar hukum bagi BPS dalam menyusun neraca ekonomi lingkungan sebagai instrumen untuk mendukung pembangunan berkelanjutan, pengendalian emisi gas rumah kaca, serta penyediaan indikator pembangunan yang tidak hanya berorientasi pada Produk Domestik Bruto (PDB), tetapi juga memperhatikan aspek sosial, lingkungan, dan kualitas hidup masyarakat.

Kerangka *System of Environmental-Economic Accounting* (SEEA) yang diadopsi Indonesia merupakan standar statistik internasional yang dikembangkan di bawah koordinasi PBB untuk mengintegrasikan informasi ekonomi dengan data sumber daya alam dan lingkungan hidup. SEEA menyediakan kerangka yang memungkinkan perbandingan berbagai jenis sumber daya serta mendukung pengembangan agregat dan indikator terkait isu ekonomi dan lingkungan. Dalam konteks ini, Neraca Arus Energi dan Neraca Emisi GRK menjadi instrumen penting untuk memahami keterkaitan antara aktivitas ekonomi, konsumsi energi, dan dampaknya terhadap lingkungan.

Berbagai studi terkini telah menganalisis hubungan antara konsumsi energi, pertumbuhan ekonomi, dan emisi karbon di Indonesia. Penelitian oleh Reneri Arista dan Amar (2019) yang dilakukan di 85 negara menunjukkan adanya hubungan antara konsumsi energi serta tingkat produksi baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Studi tersebut juga menunjukkan bahwa tren konsumsi energi Iran pada tahun 2025 akan mengalami peningkatan yang lebih cepat daripada produksi, yang akan menyebabkan emisi CO_2 .

Penelitian Yelvita (2022) menyatakan bahwa ekonomi bergantung pada energi. Sumber energi tidak terbarukan, seperti batu bara, gas alam, dan minyak, sangat bergantung pada kegiatan ekonomi, dan sebagian besar emisi karbon dioksida disebabkan oleh konsumsi energi bersumber dari bahan bakar fosil. Konsumsi energi yang tidak terbarukan cepat meningkat daripada produksi energi secara keseluruhan. Penggunaan energi fosil yang tidak ramah lingkungan adalah alasan mengapa permintaan energi fosil terus meningkat. Akibatnya, ketika permintaan energi meningkat, sumber daya ini akan habis.

Namun, sebagian besar studi tersebut masih menggunakan data emisi yang bersumber dari inventori internasional dan belum memanfaatkan secara optimal kerangka SEEA yang telah dikembangkan BPS. Selain itu, kajian mengenai investasi energi terbarukan di Indonesia masih terbatas pada aspek kebijakan dan teknis, sementara analisis kuantitatif yang menghubungkan investasi energi terbarukan dengan capaian penurunan emisi dalam kerangka neraca lingkungan-ekonomi belum banyak dilakukan. Kesenjangan penelitian ini menjadi penting mengingat Indonesia memiliki target ambisius dalam *Nationally Determined Contributions* (NDC) untuk menurunkan emisi GRK sebesar 31,89% dengan usaha sendiri dan 43,20% dengan bantuan internasional pada tahun 2030.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode analisis data sekunder. Pendekatan ini dipilih untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai pola konsumsi energi fosil, perkembangan investasi energi terbarukan, dan emisi gas rumah kaca Indonesia selama periode 2020–2024, serta menganalisis keterkaitan antar variabel dalam kerangka SEEA.

Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari:

1. Neraca Arus Energi dan Neraca Emisi Gas Rumah Kaca Indonesia 2020–2024 (Volume 6, 2026), yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS), mencakup:
 - Tabel Input Energi Alam Indonesia (2020–2024)
 - Tabel Penyediaan Produk Energi menurut Lapangan Usaha (2020–2024)
 - Tabel Penggunaan Produk Energi menurut Lapangan Usaha dan Rumah Tangga (2020–2024)
 - Tabel Intensitas Energi menurut Lapangan Usaha dan Rumah Tangga (2020–2024)
 - Tabel Emisi Gas Rumah Kaca menurut Lapangan Usaha (2020–2024)
 - Tabel Intensitas Emisi Gas Rumah Kaca menurut Lapangan Usaha dan Rumah Tangga (2020–2024)
 - Tabel Bauran Energi Terbarukan (2020–2024)
2. Publikasi Statistik Energi dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) sebagai data pendukung.
3. Inventori Gas Rumah Kaca dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK).
4. Literatur ilmiah dari berbagai jurnal dan publikasi terkait, termasuk penelitian Tjiwidjaja dan Salima (2023), Irma dan Gusmira (2023), Galuh dkk. (2024), Khair dan Sartika (2024), serta Putri dkk. (2024) yang membahas topik energi fosil, emisi GRK, ekonomi hijau, dan kebijakan lingkungan di Indonesia.

Variabel	Definisi Operasional	Satuan	Sumber
Konsumsi Energi Fosil	Total input energi alam tidak terbarukan (batu bara, minyak bumi, gas alam) yang digunakan dalam aktivitas ekonomi	Petajoule (PJ)	BPS
Investasi Energi Terbarukan	Proporsi energi terbarukan dalam total konsumsi akhir energi (bauran energi terbarukan)	Persen (%)	BPS
Emisi Gas Rumah Kaca	Total emisi CO ₂ , CH ₄ , dan N ₂ O yang dihasilkan oleh unit ekonomi residen	Cgco ₂ e	BPS
Intensitas Emisi GRK	Rasio emisi GRK terhadap nilai tambah bruto lapangan usaha	Ton CO ₂ e per miliar rupiah	BPS

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui tahapan berikut:

1. Analisis Deskriptif: Menggambarkan perkembangan konsumsi energi fosil, bauran energi terbarukan, emisi GRK, dan intensitas emisi GRK selama periode 2020–2024 menggunakan tabel dan grafik.
2. Analisis Tren: Menghitung laju perubahan (*growth rate*) tahunan dan indeks (2020=100) untuk mengidentifikasi pola dan tren masing-masing variabel.
3. Analisis Keterkaitan: Menganalisis hubungan antara konsumsi energi fosil dan emisi GRK, serta antara bauran energi terbarukan dan intensitas emisi GRK, dengan menggunakan data PSUT (Physical Supply and Use Table) yang tersedia.
4. Analisis *Decoupling*: Menganalisis apakah terjadi pemisahan (*decoupling*) antara pertumbuhan ekonomi (nilai tambah bruto) dengan emisi GRK, dengan membandingkan indeks intensitas emisi dengan pertumbuhan ekonomi.
5. Analisis Tematik: Mengidentifikasi pola tematik dan tren penelitian dalam literatur yang ada untuk memperkuat analisis kuantitatif dengan perspektif kebijakan dan implementasi ekonomi hijau di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Konsumsi Energi Fosil Indonesia

Berdasarkan data Neraca Arus Energi Indonesia, konsumsi energi fosil—yang terdiri atas batu bara, minyak bumi, dan gas alam—terus menunjukkan tren peningkatan selama periode 2020–2024. Total input energi alam tidak terbarukan meningkat dari 18.446 PJ pada tahun 2020 menjadi 24.821 PJ pada tahun 2024, atau tumbuh sekitar 34,56% dalam lima tahun.

Tabel 2. Perkembangan Input Energi Alam Tidak Terbarukan Indonesia (PJ), 2020–2024

Jenis Energi	2020	2021	2022	2023	2024	Perubahan (%)
Batu Bara	14.258	15.373	17.268	19.425	21.019	+47,42
Minyak Bumi	1.726	1.611	1.364	1.349	1.292	–25,14
Gas Alam	2.462	2.453	2.389	2.439	2.509	+1,91
Total tidak terbarukan	18.446	19.437	21.021	23.213	24.821	+34,56

Sumber: BPS, 2026, diolah peneliti

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa batu bara merupakan jenis energi fosil dengan pertumbuhan tertinggi, meningkat 47,42% dari 14.258 PJ (2020) menjadi 21.019 PJ (2024). Sebaliknya, konsumsi minyak bumi justru mengalami penurunan sebesar 25,14%, dari 1.726 PJ menjadi 1.292 PJ. Gas alam relatif stabil dengan pertumbuhan hanya 1,91%.

Proporsi energi fosil dalam total input energi alam Indonesia masih sangat dominan. Pada tahun 2024, proporsi energi tidak terbarukan mencapai 96,89% dari total input energi alam, sementara energi terbarukan hanya menyumbang 3,11%. Kondisi ini menunjukkan bahwa struktur input energi Indonesia masih sangat bergantung pada sumber daya tidak terbarukan, terutama batu bara.

Kontribusi batu bara terhadap total input energi alam terus meningkat, dari 75% pada tahun 2020 menjadi 82% pada tahun 2024. Sementara itu, kontribusi gas alam berkisar 10–13% dan minyak bumi 5–9%. Dominasi batu bara ini menjadi perhatian serius mengingat batu bara merupakan bahan bakar fosil dengan intensitas karbon tertinggi per unit energi yang dihasilkan.

Dalam konteks teori perdagangan internasional modern, Teori Heckscher-Ohlin (Teori

HO) menyampaikan bahwa suatu negara akan melaksanakan perdagangan internasional dengan negara lain dikarenakan negara tersebut memiliki keunggulan komparatif dari sisi faktor teknologi dan faktor produksi (Purba dkk., 2021). Indonesia sebagai negara yang kaya akan sumber daya batu bara memiliki keunggulan komparatif dalam penyediaan energi fosil, namun hal ini justru menjadi tantangan dalam transisi menuju energi terbarukan.

Perkembangan Investasi Energi Terbarukan

Investasi energi terbarukan, yang diukur melalui indikator bauran energi terbarukan dalam total konsumsi akhir energi, menunjukkan tren yang mengkhawatirkan. Alih-alih meningkat, kontribusi energi terbarukan justru mengalami penurunan dari 7,20% pada tahun 2020 menjadi 4,97% pada tahun 2024.

Tabel 3. Bauran Energi Terbarukan dalam Total Konsumsi Akhir Energi (%), 2020–2024

Sumber Energi Terbarukan	2020	2021	2022	2023	2024
Panas Bumi (Geothermal)	0,75	0,89	0,76	0,73	0,67
Biomassa (Biomass)	4,98	4,51	3,53	3,31	3,17
Surya (Solar)	1,43	1,37	1,22	1,04	1,06
Angin (Wind)	-	-	-	-	-
Air(Hydro)	-	-	-	-	-
Total Bauran Energi Terbarukan	7,20	6,77	5,51	5,08	4,97

Sumber: BPS, 2026, diolah peneliti

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa biomassa masih menjadi penyumbang terbesar energi terbarukan, namun kontribusinya terus menurun dari 4,98% (2020) menjadi 3,17% (2024). Energi panas bumi juga mengalami penurunan dari 0,75% menjadi 0,67%. Sementara itu, kontribusi energi surya dan air relatif kecil dan menunjukkan tren yang fluktuatif.

Penurunan bauran energi terbarukan ini mengindikasikan bahwa investasi di sektor energi terbarukan belum mampu mengimbangi pertumbuhan konsumsi energi fosil. Padahal, dalam kerangka ekonomi hijau, peningkatan investasi energi terbarukan merupakan kunci untuk mengurangi intensitas karbon dalam perekonomian.

Dalam perspektif ekonomi politik, implementasi ekonomi hijau di Indonesia masih dihadapkan pada berbagai tantangan. Galuh dkk. (2024) menyatakan bahwa terdapat kesenjangan antara konsep dan implementasi di lapangan. Meskipun terdapat komitmen dan upaya yang dilakukan oleh pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat sipil untuk mendorong ekonomi hijau, namun masih terdapat tantangan dalam menghadapi kepentingan ekonomi konvensional yang cenderung berfokus pada pertumbuhan ekonomi tanpa memperhitungkan dampak lingkungan.

Khair dan Sartika (2024) menambahkan bahwa peran pemerintah sangat penting dalam mendorong transisi menuju ekonomi hijau. Diperlukan pendekatan terintegrasi dengan memperhitungkan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Kebijakan ekonomi hijau dalam pemerintahan perlu didukung oleh pemangku kepentingan untuk mencapai pembangunan berkelanjutan di seluruh dimensi.

Perkembangan Emisi Gas Rumah Kaca Indonesia

Total emisi GRK Indonesia menunjukkan tren peningkatan yang signifikan selama periode 2020–2024. Emisi dari seluruh lapangan usaha meningkat dari 820.375 GgCO₂e pada

tahun 2020 menjadi 1.040.663 GgCO₂e pada tahun 2024, atau tumbuh sekitar 26,85%.

Tabel 4. Emisi Gas Rumah Kaca menurut Lapangan Usaha (GgCO₂e), 2020–2024

Lapangan Usaha	2020	2021	2022	2023	2024	Perubahan(%)
Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	127.491,5	140.755,1	136.523,6	120.961,9	117.780,6	-7,62
Pertambangan dan Penggalian	32.760,4	34.007,5	31.166,5	33.164,8	32.975,7	0,66
Industri Pengolahan	258.290,6	247.931,6	367.245,3	419.154,3	430.526,3	+66,68
Pengadaan Listrik dan Gas	288.356,9	313.086,9	297.841,6	284.719,8	317.508,4	+10,11
Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	35.485,6	36.223,2	36.692,4	37.042,5	37.331,6	+5,20
Transportasi	60.031,8	67.300,3	80.947,9	79.457,6	82.057,3	+36,70
Lapangan Usaha Lainnya	17.958,3	20.630,9	21.480,0	22.496,6	22.482,7	+25,19
Total	820.375,2	859.935,5	971.897,2	996.997,6	1.040.662,6	+26,85

Sumber: BPS, 2026, dioleh peneliti

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa Industri Pengolahan merupakan lapangan usaha dengan pertumbuhan emisi tertinggi, mencapai 66,68% dari 258.290,6 GgCO₂e (2020) menjadi 430.526,3 GgCO₂e (2024). Sektor Pengadaan Listrik dan Gas juga mengalami peningkatan emisi sebesar 10,11%, dari 288.356,9 GgCO₂e menjadi 317.508,4 GgCO₂e. Kedua sektor ini secara bersama-sama menyumbang 71,88% dari total emisi seluruh lapangan usaha pada tahun 2024.

Sebaliknya, sektor Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan justru mengalami penurunan emisi sebesar 7,62%, dari 127.491,5 GgCO₂e menjadi 117.780,6 GgCO₂e. Penurunan ini terutama disebabkan oleh berkurangnya emisi CH₄ dan N₂O dari aktivitas pertanian dan kehutanan.

Dilihat dari jenis gasnya, emisi CO₂ mendominasi total emisi GRK Indonesia dengan kontribusi 75,91% pada tahun 2024, diikuti oleh CH₄ (20%) dan N₂O (4%). Peningkatan emisi CO₂ sejalan dengan meningkatnya konsumsi energi fosil, terutama batu bara, di sektor industri dan pembangkitan listrik.

Intensitas Emisi Gas Rumah Kaca dan Analisis Decoupling

Intensitas emisi GRK, yang diukur sebagai rasio emisi terhadap nilai tambah bruto, memberikan gambaran tentang efisiensi emisi suatu sektor ekonomi. Selama periode 2020–2024, intensitas emisi GRK seluruh lapangan usaha meningkat dari 79,4 ton CO₂e per miliar rupiah menjadi 84,2 ton CO₂e per miliar rupiah, atau naik sekitar 6%.

Tabel 5. Intensitas Emisi Gas Rumah Kaca menurut Lapangan Usaha (ton CO₂e per miliar rupiah), 2020–2024

Lapangan Usaha	2020	2021	2022	2023	2024	Perubahan (%)
Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	92,5	100,2	95,1	83,2	80,4	-13,08
Pertambangan dan Penggalian	41,4	41,4	36,3	36,4	34,5	-16,67
Industri Pengolahan	116,9	108,5	153,2	167,1	164,4	+40,63
Pengadaan Listrik dan Gas	2.649,7	2.725,8	2.432,3	2.216,4	2.359,0	-10,67
Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	3.755,4	3.651,8	3.583,2	3.448,5	3.421,7	-8,89
Transportasi	152,6	165,7	166,3	143,2	136,1	-10,81
Lapangan Usaha Lainnya	3,3	3,7	3,6	3,6	3,4	+3,03
Seluruh Lapangan Usaha	79,4	80,6	86,8	84,8	84,2	+6,05
Rumah Tangga	13,5	13,2	12,6	12,2	11,7	-13,33

Analisis pada Tabel 5 menunjukkan bahwa sektor Industri Pengolahan mengalami peningkatan intensitas emisi tertinggi, yaitu 40,63% dari 116,9 menjadi 164,4 ton CO₂e per miliar rupiah. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa pertumbuhan ekonomi sektor industri belum disertai dengan perbaikan efisiensi emisi, sehingga proses produksinya menjadi semakin intensif karbon. Dengan kata lain, belum terjadi decoupling antara pertumbuhan ekonomi dan emisi di sektor ini.

Sebaliknya, beberapa sektor menunjukkan perbaikan efisiensi emisi. Sektor Pertambangan dan Penggalian mencatat penurunan intensitas emisi terbesar (-16,67%), diikuti oleh sektor Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan (-13,08%) dan sektor Rumah Tangga (-13,33%). Sektor Pengadaan Listrik dan Gas juga menunjukkan penurunan intensitas emisi sebesar 10,97%, meskipun masih merupakan sektor dengan intensitas emisi tertinggi (2.359,0 ton CO₂e per miliar rupiah).

Secara agregat, seluruh lapangan usaha menunjukkan peningkatan intensitas emisi sebesar 6,05%, yang mengindikasikan bahwa secara nasional, pertumbuhan ekonomi Indonesia masih belum decoupled dari emisi karbon. Hal ini bertentangan dengan prinsip ekonomi hijau yang menekankan pemisahan antara pertumbuhan ekonomi dan degradasi lingkungan.

3.5 Analisis dalam Kerangka Ekonomi Hijau

Ekonomi hijau menekankan pentingnya pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan, dengan mengurangi tekanan terhadap lingkungan dan meningkatkan efisiensi sumber daya. Konsep ekonomi hijau yang mengedepankan pertumbuhan ekonomi berkelanjutan dan ramah lingkungan menjadi semakin relevan di tengah tantangan perubahan iklim dan degradasi lingkungan yang dihadapi Indonesia (Galuh dkk., 2024).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Indonesia masih menghadapi tantangan besar dalam transisi menuju ekonomi hijau. Ketergantungan pada energi fosil, terutama batu bara, masih sangat tinggi dan bahkan cenderung meningkat. Di sisi lain, investasi energi terbarukan belum menunjukkan hasil yang signifikan, tercermin dari penurunan bauran energi terbarukan dari 7,20% menjadi 4,97%.

Peningkatan emisi GRK sebesar 26,85% selama periode 2020–2024 menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi Indonesia masih belum decoupled dari emisi karbon. Intensitas emisi yang meningkat 6% mengindikasikan bahwa untuk menghasilkan satu unit nilai tambah, diperlukan emisi yang lebih besar dibandingkan awal periode. Hal ini bertentangan dengan prinsip ekonomi hijau yang menekankan decoupling antara pertumbuhan ekonomi dan degradasi lingkungan.

Dalam konteks Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), hasil ini memberikan implikasi bahwa Indonesia masih menghadapi tantangan dalam mencapai:

SDG 7 (Energi Bersih dan Terjangkau): Target 7.2 (meningkatkan pangsa energi terbarukan) dan 7.3 (meningkatkan efisiensi energi) belum menunjukkan kemajuan yang signifikan.

SDG 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur): Target 9.4 (modernisasi industri dengan teknologi bersih) masih jauh dari tercapai, terutama di sektor Industri Pengolahan yang intensitas emisinya justru meningkat.

-SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim): Peningkatan emisi GRK nasional menunjukkan bahwa upaya mitigasi masih belum efektif.

Beberapa faktor yang menyebabkan lambatnya transisi energi di Indonesia antara lain:

1. Dominasi batu bara sebagai sumber energi utama: Batu bara masih menjadi pilihan utama karena harganya yang relatif murah dan ketersediaannya melimpah.
2. Belum optimalnya insentif untuk investasi energi terbarukan: Kebijakan fiskal dan moneter yang mendukung pengembangan energi terbarukan masih terbatas.
3. Infrastruktur energi terbarukan yang belum memadai: Pengembangan energi surya, angin, dan air masih terkendala oleh keterbatasan infrastruktur dan teknologi.
4. Ketergantungan sektor industri pada energi fosil: Industri pengolahan masih mengandalkan batu bara dan minyak sebagai sumber energi utama.

Tjiwidjaja dan Salima (2023) menyatakan bahwa peralihan dari energi fosil ke energi hijau menghadapi berbagai tantangan, termasuk biaya awal yang tinggi, kebutuhan akan inovasi teknologi, dan resistensi dari industri energi tradisional. Oleh karena itu, diperlukan upaya yang terpadu dari berbagai pihak—pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat—untuk mendorong adopsi energi hijau. Kebijakan yang mendukung, investasi dalam penelitian dan pengembangan, serta edukasi publik adalah langkah-langkah penting dalam mempercepat transisi ini.

Dalam perspektif ekonomi politik, Kroll dan Zipperer (2020) menyoroti peran kepentingan ekonomi dan kekuasaan dalam pembentukan kebijakan ekonomi. Kepentingan sektor ekonomi tertentu, kelompok industri, dan pemangku kepentingan lainnya dapat bertentangan dengan tujuan-tujuan lingkungan yang lebih luas. Pada level pemerintahan juga memungkinkan adanya perubahan struktural sebagai respons terhadap tekanan ekonomi, politik, dan sosial.

Putri dkk. (2024) menambahkan bahwa konsumsi bahan bakar fosil (EC) berarti penggunaan daya fosil atau energi tidak diperbarui untuk memenuhi kebutuhan dalam jangka pendek dan panjang. Menurut data *Our World in Data*, kurangnya pengembangan energi alternatif terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan telah menyebabkan konsumsi energi fosil terus meningkat di beberapa negara, termasuk Indonesia. Konsumsi bahan bakar fosil memberikan dampak positif dan penting dalam hal emisi gas karbon dioksida.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai konsumsi energi fosil, investasi energi terbarukan, dan emisi gas rumah kaca (GRK) Indonesia dalam kerangka ekonomi hijau selama periode 2020–2024, dapat disimpulkan bahwa Indonesia masih memiliki tingkat

ketergantungan yang sangat tinggi terhadap energi fosil. Total input energi alam tidak terbarukan meningkat sebesar 34,56%, dari 18.446 PJ pada tahun 2020 menjadi 24.821 PJ pada tahun 2024. Batu bara menjadi sumber energi fosil yang paling dominan dengan peningkatan sebesar 47,42%. Pada tahun 2024, energi tidak terbarukan menyumbang 96,89% dari total input energi alam, sedangkan energi terbarukan hanya sebesar 3,11%. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa struktur energi Indonesia masih didominasi oleh sumber energi berkarbon tinggi dan belum menunjukkan pergeseran yang signifikan menuju energi yang lebih bersih.

Perkembangan energi terbarukan selama periode penelitian juga belum menunjukkan kemajuan yang optimal. Bauran energi terbarukan dalam konsumsi akhir energi justru mengalami penurunan dari 7,20% pada tahun 2020 menjadi 4,97% pada tahun 2024. Penurunan tersebut terutama terlihat pada kontribusi biomassa dan panas bumi, sementara kontribusi energi surya masih relatif kecil. Kondisi ini menunjukkan bahwa perkembangan energi terbarukan belum mampu mengimbangi peningkatan penggunaan energi fosil. Dengan demikian, investasi dan pengembangan energi terbarukan masih memerlukan penguatan agar dapat menjadi alternatif yang lebih kompetitif dalam struktur energi nasional.

Peningkatan konsumsi energi fosil berjalan seiring dengan meningkatnya emisi GRK Indonesia. Total emisi GRK seluruh lapangan usaha meningkat sebesar 26,85%, dari 820.375,2 GgCO₂e pada tahun 2020 menjadi 1.040.662,6 GgCO₂e pada tahun 2024. Sektor Industri Pengolahan merupakan sektor dengan peningkatan emisi terbesar, yaitu 66,68%, sedangkan sektor Industri Pengolahan serta Pengadaan Listrik dan Gas secara bersama-sama menyumbang sekitar 71,88% dari total emisi pada tahun 2024. Dominasi emisi CO₂ sebesar 75,91% juga menunjukkan kuatnya keterkaitan antara penggunaan energi fosil dan peningkatan emisi karbon.

Dari sisi efisiensi lingkungan, intensitas emisi GRK seluruh lapangan usaha meningkat sebesar 6,05%, dari 79,4 menjadi 84,2 ton CO₂e per miliar rupiah. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi Indonesia selama periode penelitian belum sepenuhnya diikuti oleh penurunan tekanan lingkungan. Secara khusus, sektor Industri Pengolahan mengalami peningkatan intensitas emisi yang menunjukkan bahwa pertumbuhan aktivitas ekonomi di sektor tersebut masih relatif intensif karbon. Dengan demikian, proses decoupling antara pertumbuhan ekonomi dan emisi GRK belum tercapai secara optimal pada tingkat nasional.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan adanya keterkaitan antara dominasi konsumsi energi fosil, rendahnya perkembangan bauran energi terbarukan, dan peningkatan emisi GRK Indonesia. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa transisi menuju ekonomi hijau masih menghadapi tantangan yang cukup besar. Oleh karena itu, percepatan transisi energi, peningkatan investasi energi terbarukan, penerapan teknologi rendah karbon, serta penguatan kebijakan ekonomi hijau menjadi langkah penting untuk mengurangi intensitas emisi dan mendukung pencapaian pembangunan rendah karbon di Indonesia.

Saran dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian, pemerintah perlu mempercepat diversifikasi sumber energi dengan mengurangi ketergantungan terhadap batu bara dan meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan. Kebijakan energi perlu diarahkan pada peningkatan kapasitas pembangkit energi surya, angin, air, panas bumi, dan sumber energi terbarukan lainnya secara berkelanjutan, disertai dengan pengembangan infrastruktur jaringan listrik yang mampu mendukung integrasi energi terbarukan.

Investasi pada sektor energi terbarukan juga perlu diperkuat, terutama melalui peningkatan dukungan terhadap penelitian dan pengembangan (R&D), pemberian insentif fiskal dan nonfiskal, penyederhanaan perizinan, serta penciptaan kepastian regulasi bagi investor. Langkah tersebut penting untuk meningkatkan daya saing energi terbarukan sekaligus

mendorong peningkatan bauran energi terbarukan secara konsisten.

Pemerintah dan pelaku industri juga perlu memberikan perhatian khusus kepada sektor Industri Pengolahan dan Pengadaan Listrik dan Gas karena kedua sektor tersebut memberikan kontribusi terbesar terhadap emisi GRK. Upaya pengurangan emisi dapat dilakukan melalui efisiensi energi, penggunaan teknologi produksi rendah karbon, elektrifikasi proses produksi, pemanfaatan energi terbarukan, serta pengembangan teknologi pengendalian dan pengurangan emisi.

Selain itu, kebijakan ekonomi hijau perlu dilaksanakan secara lebih terintegrasi dengan kebijakan energi, industri, investasi, dan pembangunan nasional. Pemerintah perlu memastikan bahwa pencapaian pertumbuhan ekonomi tidak hanya diukur melalui peningkatan output atau PDB, tetapi juga mempertimbangkan efisiensi penggunaan sumber daya dan dampak lingkungan. Pemanfaatan kerangka SEEA dapat terus diperkuat sebagai dasar penyusunan indikator dan evaluasi kebijakan pembangunan yang mengintegrasikan aspek ekonomi dan lingkungan.

Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan periode pengamatan yang lebih panjang serta metode analisis yang lebih kuat, seperti analisis regresi, time series, atau metode ekonometrika lainnya, sehingga hubungan antara konsumsi energi fosil, investasi energi terbarukan, pertumbuhan ekonomi, dan emisi GRK dapat diuji secara lebih empiris. Penelitian selanjutnya juga dapat menggunakan data investasi energi terbarukan secara langsung, seperti nilai investasi dalam rupiah atau kapasitas pembangkit yang terpasang, sehingga pengukuran variabel investasi tidak hanya didasarkan pada bauran energi terbarukan.

Terakhir, penelitian mendatang dapat memperluas analisis dengan memasukkan faktor lain yang berpotensi memengaruhi emisi GRK, seperti pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi per kapita, struktur industri, perkembangan teknologi, kebijakan subsidi energi, dan perdagangan internasional. Dengan demikian, hasil penelitian dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang menentukan keberhasilan transisi energi dan penerapan ekonomi hijau di Indonesia.

Catatan penting sebelum kamu masukkan ke naskah: ada satu angka di Tabel 5 yang perlu diperbaiki. Intensitas emisi Industri Pengolahan naik dari 116,9 menjadi 164,4, sehingga perubahannya adalah +40,63%, bukan -40,63%. Narasi di bawah tabel juga sudah menyebut “peningkatan”, jadi tanda minus pada tabel kemungkinan besar typo. Selain itu, karena metode penelitianmu deskriptif, lebih aman menggunakan istilah “keterkaitan” atau “mengindikasikan hubungan”, bukan menyatakan bahwa konsumsi energi fosil atau investasi energi terbarukan secara kausal menyebabkan perubahan emisi.

Pernyataan Apresiasi

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi selama proses penyusunan penelitian. Secara khusus, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada Bapak Dr. Bonaraja Purba, M.Si., yang telah memberikan bimbingan, saran, dan dukungan selama proses penulisan artikel ini, yang memungkinkan penelitian ini dapat diselesaikan dengan sukses.

Apresiasi turut disampaikan kepada seluruh pihak dan sumber yang telah menyediakan data serta informasi yang digunakan dalam penelitian ini. Berbagai data dan referensi tersebut memberikan kontribusi penting dalam mendukung proses penyusunan dan penyelesaian artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2026). *Neraca Arus Energi dan Neraca Emisi Gas Rumah Kaca Indonesia 2020–2024* (Vol. 6). Jakarta: BPS-Statistics Indonesia.
- Galuh, A. K., Manzilati, A., & Muljaningsih, S. (2024). *Ekonomi hijau perspektif ekonomi*

- politik: Relevansi dan implementasi di Indonesia. *GOVERNANCE: Jurnal Ilmiah Kajian Politik Lokal dan Pembangunan*, 11(1), 1–8.
- Irma, M. F., & Gusmira, E. (2023). Evaluasi kebijakan lingkungan terhadap emisi gas rumah kaca di Indonesia. *Jurnal Kolaborasi Sains dan Ilmu Terapan*, 2(1), 12–18.
- Khair, O. I., & Sartika, I. (2024). Ekonomi hijau: Perspektif kebijakan pemerintah dalam pembangunan berkelanjutan. *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*, 4*(4), 1352–1363.
- Kroll, C., & Zipperer, V. (2020). The political economy of the Sustainable Development Goals (SDGs): Does performance on the SDGs affect re-election? *Sustainability*, 12*(16), 6445. <https://doi.org/10.3390/su12166445>
- Purba, B., Purba, D. S., Nainggolan, P., Susanti, E., Damanik, D., Lie, D., Fajrillah, Rahman, A., Basmar, E., & Simarmata, J. (2021). **Ekonomi Internasional**. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Putri, D. N., Ramadhani, A. P., Manurung, C., & Purba, B. (2024). Konsep konsumsi energi di Indonesia serta menganalisis keterkaitannya dengan emisi gas rumah kaca. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(14), 338–345. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13456203>
- Reneri Arista, T., & Amar, S. (2019). Analisis kausalitas emisi CO₂, konsumsi energi, pertumbuhan ekonomi, dan modal manusia di ASEAN. *Jurnal Kajian Ekonomi dan Pembangunan*, 1(2), 519–532.
- Tjiwidjaja, H., & Salima, R. (2023). Dampak energi fosil terhadap perubahan iklim dan solusi berbasis energi hijau. **Jurnal Wilayah, Kota dan Lingkungan Berkelanjutan*, 2(2), 166–172. <https://doi.org/10.58169/jwikal.v2i2.625>
- Yelvita, F. S. (2022). Konsumsi Energi Fosil dan Emisi Karbon Dioksida. (Artikel Ilmiah).