OPEN ACCESS
Global Journal of Interdisciplinary Research and Innovation (GJIRI) | Vol. 1 No. 2 (2026)
E-ISSN:
Research

Analisis Intensitas Energi Fosil dan Pertumbuhan Ekonomi Indonesia: Perspektif Efisiensi Energi dan Keberlanjutan Lingkungan

Niswatun Ni'mah [1*], Sarpini [2]
[1-2] Universitas Islam Negeri (UIN) Profesor Kyai Haji Saifuddin Zuhri Purwokerto, Indonesia
Email: [1)] niswatunnikmah03@gmail.com

Abstract
This study descriptively examines Indonesia's fossil energy supply, fossil energy intensity, and economic growth using annual secondary data for 2012–2022 from the Ministry of Energy and Mineral Resources' Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2022. Fossil energy supply is estimated by multiplying commercial primary energy supply by the combined shares of oil, coal, and gas. Fossil energy intensity is calculated as estimated fossil supply per unit of real GDP at constant 2010 prices. The results show that the fossil share declined from 96.08% in 2012 to 87.70% in 2022, while estimated fossil supply rose from approximately 1,193,776 to 1,543,275 thousand barrels of oil equivalent (BOE). Fossil energy intensity decreased from 154.49 to 131.79 BOE per billion rupiah of real GDP, although it rose again in 2022. These findings are descriptive and do not establish causality. Environmental implications are discussed using prior studies; CO_2 emissions are not directly calculated in this dataset.

Keywords: *Fossil Energy; Energy Intensity; Economic Growth; Secondary Data; Energy Efficiency; Environmental Sustainability.*

Abstrak
Penelitian ini menganalisis perkembangan pasokan energi fosil, intensitas energi fosil, dan pertumbuhan ekonomi Indonesia secara kuantitatif deskriptif menggunakan data sekunder tahunan 2012–2022 dari Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2022 yang diterbitkan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Pasokan energi fosil diperkirakan dari pasokan energi primer komersial dikalikan pangsa minyak, batu bara, dan gas. Intensitas energi fosil dihitung sebagai pasokan energi fosil per unit PDB riil harga konstan 2010. Hasil pengolahan menunjukkan bahwa pangsa fosil turun dari 96,08% pada 2012 menjadi 87,70% pada 2022, tetapi estimasi pasokan fosil meningkat dari sekitar 1.193.776 menjadi 1.543.275 ribu BOE. Intensitas energi fosil menurun dari 154,49 menjadi 131,79 BOE per Rp miliar PDB riil, meskipun peningkatannya kembali terlihat pada 2022. Hasil ini bersifat deskriptif dan tidak membuktikan hubungan sebab-akibat. Perspektif lingkungan dilengkapi dengan penelitian terdahulu; emisi CO_2 tidak dihitung langsung dalam dataset ini.

Kata Kunci: *Energi Fosil; Intensitas Energi; Pertumbuhan Ekonomi; Data Sekunder; Efisiensi Energi; Keberlanjutan Lingkungan.*

1. Pendahuluan

Energi merupakan input penting dalam kegiatan ekonomi karena mendukung produksi industri, transportasi, perdagangan, dan aktivitas rumah tangga. Di Indonesia, minyak bumi, gas alam, dan batu bara masih berperan dalam sistem energi nasional. Ketergantungan pada sumber energi tersebut perlu dikaji bukan hanya dari kontribusinya terhadap kegiatan ekonomi, tetapi juga dari keterbatasan sumber daya, volatilitas harga, ketergantungan impor, serta dampak pembakaran bahan bakar fosil terhadap kualitas lingkungan. Dalam membahas kondisi energi nasional, angka konsumsi dan pangsa energi perlu disertai tahun, satuan, definisi cakupan, serta rujukan publikasi yang jelas agar dapat diperiksa kembali.

Intensitas energi umumnya dihitung dengan membandingkan jumlah energi yang digunakan dengan nilai output ekonomi, misalnya PDB riil. Kenaikan intensitas energi dapat menunjukkan bahwa energi yang digunakan per unit output meningkat, tetapi penafsirannya

Copyright: © 2026 by the authors.
This is an open access article
distributed under the terms and conditions of the CC BY 4.0.

harus mempertimbangkan perubahan struktur ekonomi, komposisi energi, dan metode pengukuran. Sebaliknya, penurunan intensitas energi dapat mencerminkan peningkatan efisiensi atau perubahan komposisi kegiatan ekonomi, tetapi tidak otomatis berarti konsumsi energi total maupun emisi turun. Karena itu, analisis perlu membedakan konsumsi energi fosil, intensitas energi fosil, dan emisi gas rumah kaca sebagai indikator yang berkaitan tetapi tidak identik.

Pembahasan artikel ini didasarkan pada pengolahan data sekunder statistik energi dan ekonomi Indonesia periode 2012–2022, serta didukung penelitian terdahulu untuk menafsirkan temuan dalam perspektif efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan. Analisis bersifat deskriptif, sehingga tidak digunakan untuk membuktikan hubungan sebab-akibat antarvariabel.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perkembangan pasokan energi fosil dan pangsanya dalam pasokan energi primer komersial Indonesia selama 2012–2022?

2. Bagaimana perubahan intensitas energi fosil Indonesia selama 2012–2022 jika dibandingkan dengan perkembangan PDB riil?

3. Apa implikasi deskriptif dari perkembangan energi fosil dan intensitasnya bagi efisiensi energi serta keberlanjutan lingkungan?

4. Bagaimana temuan data sekunder tersebut dapat dibaca bersama hasil penelitian terdahulu untuk merumuskan implikasi kebijakan?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mendeskripsikan perkembangan pasokan dan pangsa energi fosil Indonesia pada 2012–2022.

2. Menghitung intensitas energi fosil berdasarkan estimasi pasokan energi fosil dan PDB riil harga konstan 2010.

3. Membandingkan perubahan intensitas energi fosil dengan perkembangan PDB riil dan pasokan energi fosil tanpa menyimpulkan kausalitas.

4. Membahas implikasi temuan deskriptif bagi efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan dengan dukungan literatur ilmiah.

1.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang digunakan dalam artikel ini diterbitkan pada 2019–2025, sehingga seluruh artikel jurnal dalam daftar pustaka berada dalam rentang 10 tahun terakhir (2016–2026). Literatur mencakup hubungan konsumsi bahan bakar fosil dengan PDB, intensitas energi, keterkaitan energi dengan emisi, dan transisi energi. Periode data yang dianalisis oleh suatu artikel bisa lebih lama daripada tahun penerbitannya; karena itu, tahun terbit dibedakan dari periode observasi. Temuan antarpenelitian tidak disatukan seolah-olah berasal dari satu model yang sama karena definisi variabel, unit analisis, periode, dan metode berbeda.

Setiawan, Tua, dan Husin (2019) menganalisis hubungan konsumsi bahan bakar fosil dan Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia. Penelitian tersebut melaporkan korelasi positif antara kedua variabel. Hasil regresi yang mereka laporkan merupakan temuan pada konteks data dan



spesifikasi model penelitian tersebut, sehingga tidak dapat langsung ditafsirkan sebagai bukti bahwa peningkatan konsumsi energi fosil selalu menyebabkan pertumbuhan ekonomi.

Sukanto, Azwardi, Hamira, dan Atiyatna (2024) menelaah ketergantungan Indonesia pada energi fosil dalam pertumbuhan ekonomi dengan data 2000–2021 dan pendekatan Autoregressive Distributed Lag (ARDL). Variabel kajiannya mencakup PDB minyak dan gas, konsumsi energi, harga global, perdagangan, serta investasi. Artikel ini relevan untuk konteks hubungan energi fosil dan ekonomi, tetapi hasil model ekonometrikanya tetap berbeda dari analisis kuantitatif deskriptif dalam penelitian ini.

Aswadi, Jamal, Syahnur, dan Nasir (2023) membandingkan konsumsi energi terbarukan dan tidak terbarukan serta hubungannya dengan pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan data 1980–2019. Studi ini relevan untuk membaca peran bauran energi, namun temuan modelnya tidak digunakan sebagai hasil perhitungan penelitian ini.

Kurnia, Sasana, dan Septiani (2019) mengkaji hubungan emisi CO_2, konsumsi bahan bakar fosil, konsumsi listrik, dan pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan Vector Error Correction Model (VECM) untuk periode 1990–2019. Studi ini memperlihatkan bahwa hubungan energi, emisi, dan output perlu dibaca bersama-sama serta dibedakan antara hubungan jangka pendek, jangka panjang, dan hasil uji kausalitas.

Untuk aspek intensitas energi, Setyawan (2020) menerapkan dekomposisi Log Mean Divisia Index (LMDI) pada industri manufaktur Indonesia selama 1980–2015. Hasilnya menunjukkan penurunan intensitas energi agregat manufaktur, dengan perubahan intensitas di dalam subsektor berperan lebih besar dibandingkan perubahan struktur industri. Karena unit analisisnya adalah manufaktur, hasil ini tidak boleh dianggap mewakili seluruh perekonomian Indonesia secara otomatis.

Azaliah dan Hartono (2020) menganalisis faktor penentu intensitas energi pada 33 provinsi Indonesia selama 2008–2015 menggunakan data panel. Studi tersebut menyoroti peranan aktivitas ekonomi daerah, proporsi sektor industri, keterbukaan perdagangan, dan investasi asing. Karena unit analisisnya adalah provinsi, hasilnya melengkapi—bukan menggantikan—kajian intensitas energi pada tingkat industri atau nasional.

Hartono et al. (2020) membandingkan simulasi investasi pembangkit listrik berbahan bakar batu bara dengan pembangkit energi terbarukan menggunakan pendekatan keseimbangan umum. Hasil simulasi memperlihatkan bahwa dampak ekonomi dan sosial dapat berbeda menurut jenis pembangkit, sementara emisi selama operasi pembangkit fosil tetap perlu dipertimbangkan. Karena penelitian ini menilai skenario investasi pembangkit, hasilnya tidak sama dengan pengukuran intensitas energi aktual.

Anwar dan Elfaki (2021) meneliti hubungan konsumsi energi, pertumbuhan ekonomi, pembentukan modal, keterbukaan perdagangan, dan degradasi lingkungan di Indonesia menggunakan data 1965–2018. Hasil jangka panjang yang dilaporkan menunjukkan hubungan positif konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi dengan degradasi lingkungan. Temuan ini menguatkan perlunya melihat dimensi ekonomi dan lingkungan secara bersamaan, tanpa menyamakan konsumsi energi dengan intensitas energi.

Pratiwi (2022) mengkaji intensitas energi nasional Indonesia selama 2000–2020 menggunakan VAR/VECM. Studi tersebut melaporkan bahwa PDB riil per kapita dan keterbukaan



perdagangan berkaitan negatif dengan intensitas energi, sedangkan harga energi dan investasi asing berkaitan positif dalam model yang digunakan. Temuan ini menunjukkan bahwa faktor penentu intensitas energi perlu dibaca menurut definisi variabel, periode, dan spesifikasi model penelitian.

Penelitian yang terbit lebih baru memperluas pembahasan melalui indikator emisi CO_2 dan jejak ekologis. Idroes et al. (2024) menemukan bahwa dampak energi tidak terbarukan berbeda menurut jenis bahan bakar dan bahwa energi terbarukan berkaitan dengan penurunan emisi CO_2 serta jejak ekologis. Muttaqin, Primambudi, dan Darsono (2024), melalui analisis wavelet, juga menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi Indonesia masih terkait dengan konsumsi energi bahan bakar dan emisi karbon. Perbedaan pendekatan tersebut menunjukkan bahwa periode dan metode analisis memengaruhi cara hubungan antarvariabel dibaca.

Kajian yang lebih baru turut menyoroti keberlanjutan lingkungan dan perubahan intensitas emisi. Rahmandani dan Sukmana (2023) mengkaji pertumbuhan ekonomi, energi terbarukan, ekstraksi sumber daya alam, dan keberlanjutan lingkungan; Rahmayani et al. (2025) mengkaji konsumsi energi, pertumbuhan ekonomi, pembiayaan hijau, dan kualitas lingkungan pada tingkat provinsi; sedangkan Hartono et al. (2025) menunjukkan bahwa intensitas emisi agregat Indonesia membaik pada 2010–2015 tetapi memburuk pada 2015–2019. Studi-studi tersebut menggunakan indikator dan unit analisis yang berbeda sehingga temuan mereka saling melengkapi, bukan dapat dipertukarkan begitu saja.

Sebagai pembanding regional, Ghoshray dan Lorusso (2025) menelaah hubungan konsumsi energi, emisi CO_2, dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia, Malaysia, Filipina, dan Singapura. Studi tersebut membantu menempatkan pengalaman Indonesia dalam konteks ASEAN, tetapi hasil lintas negara tidak dapat dianggap sebagai estimasi yang hanya mewakili Indonesia.

1.5 Fokus dan Kesenjangan Kajian

Kajian ini menggabungkan pengolahan kuantitatif deskriptif atas data sekunder resmi dengan pembahasan literatur. Kontribusinya adalah menyajikan seri tahunan yang konsisten untuk menggambarkan pasokan energi fosil, intensitas energi fosil, dan PDB riil Indonesia pada 2012–2022, lalu menafsirkan hasilnya dengan hati-hati dalam perspektif lingkungan. Analisis tidak dirancang untuk menguji kausalitas atau mengestimasi model ekonometrika.

2. KAJIAN LITERATUR

2.1 Konsep Sumber Daya Alam Tidak Terbarukan dan Energi Fosil

Sumber daya alam tidak terbarukan merupakan aset fisik ekonomis yang jumlah cadangan alaminya bersifat tetap di alam dan tidak dapat diperbarui atau dipulihkan kembali dalam skala waktu peradaban manusia. Energi fosil yang meliputi minyak bumi, gas alam, dan batu bara merupakan bentuk utama dari sumber daya alam tidak terbarukan yang terbentuk dari proses dekomposisi materi organik selama jutaan tahun. Dalam kerangka teori ekonomi makro dan fungsi produksi agregat, energi fosil tidak hanya berperan sebagai barang konsumsi akhir yang memuaskan utilitas masyarakat, melainkan bertindak sebagai input produksi intermediate yang krusial. Energi fosil menggerakkan mesin-mesin pabrik, menyediakan bahan baku kimia, serta memfasilitasi distribusi barang dan jasa dalam rantai pasok perekonomian.

2.2 Konsep Intensitas Energi dan Efisiensi Energi

Intensitas energi merupakan rasio antara penggunaan energi dan output ekonomi. Jika energi diukur dalam satuan fisik dan output diukur menggunakan PDB riil, indikator ini menunjukkan banyaknya energi yang digunakan untuk menghasilkan satu unit output. Intensitas yang lebih tinggi dapat mengindikasikan penggunaan energi yang relatif lebih besar, sedangkan intensitas yang lebih rendah dapat mengindikasikan peningkatan efisiensi atau perubahan struktur ekonomi. Meski demikian, intensitas energi bukan ukuran efisiensi teknis yang sempurna karena nilainya juga dipengaruhi struktur sektor ekonomi, cuaca, pola konsumsi, kualitas energi, dan metode penghitungan. Setyawan (2020) menunjukkan pentingnya memisahkan efek intensitas di dalam sektor dari efek perubahan struktur industri, sedangkan Azaliah dan Hartono (2020) serta Pratiwi (2022) membahas faktor-faktor ekonomi yang berhubungan dengan intensitas energi di Indonesia. Intensitas energi juga berbeda dari konsumsi energi total dan emisi: konsumsi dapat meningkat ketika intensitas turun jika output tumbuh lebih cepat, dan emisi dapat berubah karena perbedaan jenis bahan bakar maupun teknologi.

2.3 Konsep Pertumbuhan Ekonomi

Pertumbuhan ekonomi didefinisikan sebagai proses peningkatan kapasitas produksi suatu perekonomian secara berkesinambungan dari waktu ke waktu yang menghasilkan penambahan nilai barang dan jasa bagi masyarakat. Dalam analisis ekonomi makro, ukuran standar yang digunakan secara universal untuk merefleksikan laju pertumbuhan ekonomi riil adalah perkembangan Produk Domestik Bruto riil atas dasar harga konstan. Produk Domestik Bruto riil mengeliminasi pengaruh perubahan harga atau inflasi, sehingga secara murni menggambarkan akumulasi nilai tambah fisik yang dihasilkan oleh seluruh sektor industri dan unit usaha di dalam wilayah hukum suatu negara pada periode tertentu. Pertumbuhan ekonomi riil yang berkelanjutan menjadi prasyarat penting bagi peningkatan pendapatan per kapita, penyediaan lapangan kerja, dan pengentasan kemiskinan.

2.4 Hubungan Intensitas Energi Fosil dan Pertumbuhan Ekonomi

Dalam literatur ekonometrika keenergian, hubungan antara penggunaan energi fosil dan pertumbuhan ekonomi dijelaskan melalui empat kriteria hipotesis kausalitas utama:

1. Growth Hypothesis (Hipotesis Pertumbuhan): Mengasumsikan keberadaan hubungan kausalitas searah dari konsumsi energi ke pertumbuhan ekonomi. Energi dipandang sebagai input produksi utama yang tidak dapat disubstitusikan secara sempurna oleh modal maupun tenaga kerja. Dalam konteks ini, kebijakan pembatasan atau konservasi energi akan berdampak langsung pada penurunan laju pertumbuhan Produk Domestik Bruto riil.

2. Conservation Hypothesis (Hipotesis Konservasi): Mengasumsikan keberadaan hubungan kausalitas searah dari pertumbuhan ekonomi ke konsumsi energi. Pertumbuhan Produk Domestik Bruto dan peningkatan pendapatan masyarakat mendorong perluasan aktivitas ekonomi dan peningkatan permintaan energi. Dalam kondisi ini, kebijakan efisiensi dan penghematan energi dapat diterapkan tanpa mengganggu laju pertumbuhan ekonomi.

3. Feedback Hypothesis (Hipotesis Umpan Balik): Mengasumsikan keberadaan hubungan kausalitas dua arah yang saling memengaruhi secara simultan antara konsumsi energi dan Produk Domestik Bruto. Kenaikan konsumsi energi mendorong pertumbuhan ekonomi, dan selanjutnya pertumbuhan ekonomi kembali meningkatkan permintaan energi.



4. Independence Hypothesis (Hipotesis Independensi): Mengasumsikan tidak adanya hubungan kausalitas yang signifikan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. Kondisi ini umumnya terjadi pada perekonomian di mana konsumsi energi didominasi oleh sektor rumah tangga yang bersifat non-produktif, atau ketika terjadi inefisiensi alokasi energi yang parah dalam sistem produksi nasional.

2.5 Efisiensi Energi, Keberlanjutan Lingkungan, dan Ketahanan Makroekonomi

Pemanfaatan energi fosil dapat mendukung kegiatan produksi, tetapi pembakarannya juga menghasilkan emisi dan tekanan lingkungan. Anwar dan Elfaki (2021) melaporkan bahwa konsumsi energi serta pertumbuhan ekonomi berhubungan positif dengan degradasi lingkungan dalam model jangka panjang yang mereka estimasi. Idroes et al. (2024) juga menemukan bahwa hubungan antara sumber energi, emisi CO_2, dan jejak ekologis berbeda menurut jenis energinya. Oleh karena itu, penurunan intensitas energi dapat membantu menekan energi yang dibutuhkan per unit output, tetapi dampaknya terhadap emisi tetap bergantung pada bauran bahan bakar, teknologi, serta pertumbuhan konsumsi total.

Dalam kerangka pembangunan berkelanjutan, pengelolaan energi perlu menjaga keseimbangan antara kebutuhan produksi, efisiensi alokasi sumber daya, dan perlindungan lingkungan. Rahmandani dan Sukmana (2023) menemukan bahwa pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi terbarukan, dan ekstraksi sumber daya alam berkaitan dengan keberlanjutan lingkungan di Indonesia. Hartono et al. (2020) juga menunjukkan bahwa pilihan investasi pembangkit perlu mempertimbangkan dampak ekonomi dan lingkungan secara bersamaan. Sementara itu, Rahmayani et al. (2025) menekankan relevansi pembiayaan hijau dalam pembahasan kualitas lingkungan. Dengan demikian, efisiensi energi fosil sebaiknya ditempatkan sebagai salah satu bagian dari strategi yang lebih luas, bukan sebagai pengganti transisi energi dan pengendalian emisi.

2.6 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir menempatkan energi fosil sebagai salah satu input kegiatan ekonomi. Pasokan energi fosil dan PDB riil digunakan untuk menghitung intensitas energi fosil, sedangkan pangsa fosil menggambarkan dominasi energi fosil dalam pasokan energi primer komersial. Tren kedua indikator dibaca bersama perkembangan PDB riil. Dampak lingkungan dibahas menggunakan penelitian terdahulu karena dataset utama artikel ini tidak memuat seri emisi CO_2 yang diolah langsung.

• Gagasan kajian 1: Konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi dapat berkaitan, tetapi arah serta kekuatan hubungannya bergantung pada periode, jenis energi, struktur ekonomi, dan metode penelitian.

• Gagasan kajian 2: Ketergantungan pada energi fosil dapat menimbulkan risiko lingkungan; besarnya dampak bergantung pada jenis bahan bakar, teknologi, dan bauran energi.

• Gagasan kajian 3: Perubahan intensitas energi dapat berasal dari perubahan efisiensi dalam sektor maupun pergeseran struktur ekonomi.

• Gagasan kajian 4: Struktur industri, pendapatan, perdagangan, investasi, dan teknologi dapat berkaitan dengan intensitas energi, tetapi arah hubungan harus mengikuti bukti dalam studi yang dirujuk.

2. Metode Penelitian

3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan data sekunder runtut waktu tahunan Indonesia periode 2012–2022. Metode ini digunakan untuk menyajikan, menghitung, dan menafsirkan tren pasokan energi fosil, pangsa energi fosil, PDB riil, serta intensitas energi fosil. Analisis meliputi tabulasi data, perhitungan rasio, perubahan tahunan, dan perbandingan tren. Penelitian ini tidak melakukan estimasi regresi, VECM, uji kausalitas, atau dekomposisi LMDI baru; karena itu hasilnya menjelaskan pola data, bukan hubungan sebab-akibat.

3.2 Bahan Kajian dan Cara Pemilihan Sumber

Data kuantitatif sekunder bersumber dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM, 2022) melalui Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2022. Nilai PDB riil pada harga konstan 2010 dan pasokan energi primer komersial diambil dari tabel 1.1; pangsa pasokan menurut jenis energi diambil dari tabel 1.6. Publikasi yang sama dipakai agar definisi, cakupan, dan periode data konsisten. Data mencakup 2012–2022, yaitu rentang tahunan yang tersedia secara berurutan pada tabel sumber. Artikel jurnal yang tercantum pada daftar pustaka digunakan sebagai pendukung konsep dan interpretasi, bukan sebagai pengganti dataset utama.

1. PDB riil: Produk Domestik Bruto atas dasar harga konstan 2010, satuan triliun rupiah, digunakan sebagai ukuran output ekonomi.

2. Pasokan energi primer komersial: total pasokan energi primer yang dicatat dalam ribu barrel of oil equivalent (BOE); sesuai catatan sumber, perhitungan ini tidak memasukkan biomassa tradisional.

3. Pangsa energi fosil: jumlah persentase minyak, batu bara, dan gas dalam pangsa pasokan energi primer. Dalam publikasi sumber, kategori minyak mencakup minyak mentah, produk minyak bumi, dan LPG; batu bara mencakup batu bara dan briket; gas mencakup gas alam dan LNG.

4. Estimasi pasokan energi fosil: pasokan energi primer komersial dikalikan pangsa gabungan minyak, batu bara, dan gas. Nilai ini merupakan estimasi hasil perhitungan dari tabel pangsa, bukan penjumlahan ulang data mentah volume masing-masing sumber energi.

3.3 Konsep yang Ditelaah

1. Pertumbuhan ekonomi: laju pertumbuhan PDB riil tahunan yang dilaporkan dalam publikasi sumber dan digunakan sebagai konteks untuk membaca tren output.

2. Intensitas energi fosil: rasio estimasi pasokan energi fosil terhadap PDB riil. Karena pasokan dicatat dalam ribu BOE dan PDB dalam triliun rupiah, rasio numeriknya setara dengan BOE per Rp miliar PDB riil.

3. Pangsa fosil: persentase pasokan primer komersial yang berasal dari minyak, batu bara, dan gas; indikator ini menunjukkan komposisi energi, bukan besarnya konsumsi final atau emisi.



4. Indikator lingkungan: dampak lingkungan dibahas berdasarkan literatur terdahulu, terutama emisi CO_2 dan jejak ekologis. Kedua indikator tersebut tidak dihitung langsung dari dataset utama penelitian ini.

5. Batasan pengukuran: intensitas energi fosil merupakan rasio makro dan bukan ukuran murni efisiensi teknis. Nilainya juga dipengaruhi perubahan struktur ekonomi, bauran energi, cakupan statistik, dan pembulatan data sumber.

6. Sumber literatur: penelitian terdahulu digunakan untuk membandingkan konteks dan membantu menjelaskan bahwa tren statistik deskriptif tidak dengan sendirinya membuktikan hubungan kausal.

3.4 Teknik Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif dengan menyusun seri tahunan, menghitung pangsa gabungan energi fosil, memperkirakan pasokan energi fosil, dan membagi nilai tersebut dengan PDB riil. Hasil kemudian dibandingkan dari tahun ke tahun dan sepanjang periode pengamatan. Semua angka olahan ditampilkan bersama data dasar agar cara penghitungannya transparan.

1. Pangsa fosil (%) = pangsa minyak (%) + pangsa batu bara (%) + pangsa gas (%).

2. Estimasi pasokan fosil (ribu BOE) = pasokan energi primer komersial (ribu BOE) × pangsa fosil (%) ÷ 100.

3. Intensitas energi fosil = estimasi pasokan fosil (ribu BOE) ÷ PDB riil (triliun rupiah). Secara numerik, satuannya setara dengan BOE per Rp miliar PDB riil.

4. Perubahan tahunan (%) = [(nilai tahun t – nilai tahun t–1) ÷ nilai tahun t–1] × 100. Hasil perubahan digunakan untuk menjelaskan tren, bukan untuk mengklaim kausalitas.

3. Hasil dan Diskusi

4.1 Gambaran Data Energi dan Ekonomi Indonesia

Data Kementerian ESDM (2022) memperlihatkan bahwa PDB riil Indonesia meningkat dari Rp7.727 triliun pada 2012 menjadi Rp11.710 triliun pada 2022 (harga konstan 2010). Dalam periode yang sama, pasokan energi primer komersial berubah dari 1.242.481 ribu BOE menjadi 1.759.721 ribu BOE. Pangsa gabungan minyak, batu bara, dan gas menurun, tetapi tingkat pasokan energi fosil hasil estimasi tetap meningkat. Perbedaan antara pangsa dan volume absolut ini penting: persentase fosil dapat turun meskipun jumlah energi fosil yang dipasok bertambah.

4.2 Hasil Perhitungan Intensitas Energi Fosil

Berdasarkan Tabel 1, intensitas energi fosil turun dari 154,49 BOE per Rp miliar PDB riil pada 2012 menjadi 131,79 pada 2022, atau berkurang sekitar 14,7%. Namun, perubahannya tidak terus menurun. Intensitas sempat meningkat pada 2018–2019, turun pada 2020–2021, lalu naik kembali pada 2022. Nilai terendah dalam seri ini terjadi pada 2021 sebesar 116,39, sedangkan nilai tertinggi terjadi pada 2012 sebesar 154,49.

Secara keseluruhan, PDB riil meningkat sekitar 51,5% antara 2012 dan 2022. Estimasi pasokan energi fosil meningkat sekitar 29,3%, dari 1.193.776 menjadi 1.543.275 ribu BOE. Karena kenaikan output



lebih besar dibandingkan kenaikan pasokan fosil sepanjang keseluruhan periode, rasio intensitas menjadi lebih rendah pada 2022 dibandingkan 2012. Ini merupakan perbandingan deskriptif antarujung periode, bukan bukti bahwa efisiensi teknis meningkat dengan besaran yang sama.

Pada 2022, estimasi pasokan energi fosil meningkat sekitar 19,2% dibandingkan 2021, sementara pertumbuhan PDB riil yang dilaporkan dalam Handbook adalah 5,31%. Karena pertumbuhan pasokan fosil lebih cepat daripada pertumbuhan PDB, intensitas meningkat sekitar 13,2% pada 2022. Selain itu, pangsa gabungan minyak, batu bara, dan gas turun dari 96,08% pada 2012 menjadi 87,70% pada 2022 (turun 8,38 poin persentase), tetapi dominasi energi fosil tetap tinggi. Pada 2022, pangsa batu bara tercatat 42,38%, minyak 31,40%, dan gas 13,92% (Kementerian ESDM, 2022).

Hasil ini perlu ditafsirkan dengan batasan yang jelas. Rasio intensitas makro dapat berubah karena penggunaan energi, tingkat output, dan struktur ekonomi; rasio ini bukan ukuran murni efisiensi teknis. Perhitungan pasokan energi fosil pada tabel juga merupakan estimasi dari pangsa sumber energi yang dibulatkan dalam publikasi, bukan pengukuran emisi. Untuk menguji keberlanjutan lingkungan secara langsung, penelitian lanjutan perlu menambahkan seri emisi CO_2 atau indikator lingkungan yang konsisten.

4.3 Sintesis Penelitian Terdahulu dan Pembahasan

A. Hubungan Konsumsi Energi Fosil dan Pertumbuhan Ekonomi

Setiawan, Tua, dan Husin (2019) menganalisis hubungan konsumsi bahan bakar fosil dan PDB Indonesia menggunakan korelasi dan regresi sederhana. Studi yang lebih baru oleh Sukanto et al. (2024) juga membahas ketergantungan Indonesia pada energi fosil dan pertumbuhan ekonomi dengan data 2000–2021, sedangkan Aswadi et al. (2023) membandingkan peran konsumsi energi terbarukan dan tidak terbarukan terhadap pertumbuhan ekonomi. Ketiganya memberi konteks bagi topik artikel ini, tetapi hasil model mereka tidak boleh diperlakukan sebagai hasil pengolahan deskriptif pada data 2012–2022.

Kurnia et al. (2019) mengkaji konsumsi bahan bakar fosil, konsumsi listrik, emisi CO_2, dan pertumbuhan ekonomi Indonesia untuk periode 1990–2019 menggunakan VECM. Sementara itu, Muttaqin et al. (2024) menggunakan analisis wavelet pada data 1978–2022 dan melaporkan hubungan dinamis antara pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi, dan emisi karbon. Sebagai pembanding lintas negara, Ghoshray dan Lorusso (2025) menganalisis keterkaitan energi, pertumbuhan ekonomi, dan emisi CO_2 di empat negara ASEAN termasuk Indonesia. Ketiga studi menunjukkan bahwa hubungan energi dan output perlu dibaca sesuai jenis energi, periode, unit analisis, dan metode masing-masing; temuan regional tidak dapat dianggap sebagai estimasi khusus Indonesia.

Dalam sebagian penelitian, uji kausalitas Granger digunakan untuk memeriksa apakah nilai masa lalu suatu variabel membantu memprediksi variabel lain di dalam model. Hasilnya tidak identik dengan bukti sebab-akibat secara mutlak dan perlu ditafsirkan bersama asumsi, variabel kontrol, serta cakupan data pada penelitian terkait (Kurnia et al., 2019; Muttaqin et al., 2024).

B. Hubungan Pertumbuhan Ekonomi, Energi Fosil, dan Risiko Lingkungan

Ketergantungan pada energi fosil menimbulkan tantangan karena energi mendukung aktivitas ekonomi tetapi pembakarannya dapat meningkatkan tekanan lingkungan. Anwar dan Elfaki (2021) melaporkan bahwa konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi berkaitan positif dengan degradasi lingkungan dalam estimasi jangka panjangnya. Idroes et al. (2024) menemukan bahwa



batu bara dan gas berkaitan dengan peningkatan emisi CO_2, sedangkan pengaruh minyak terhadap jejak ekologis berbeda dalam hasil model mereka. Temuan-temuan tersebut perlu dibaca sesuai metode dan indikator lingkungan yang digunakan, bukan digeneralisasi ke semua jenis dampak.

Ketika membandingkan hasil regresi terdahulu, informasi tentang sumber, definisi dan satuan variabel, periode observasi, jumlah observasi, koefisien, ukuran ketidakpastian atau statistik uji, serta tingkat signifikansi perlu disertakan apabila tersedia. Tanpa informasi tersebut, besaran koefisien tidak dapat ditafsirkan secara aman sebagai dampak ekonomi.

C. Perubahan Intensitas Energi: Efisiensi dan Struktur Ekonomi

Perubahan intensitas energi agregat dapat dipengaruhi efisiensi penggunaan energi di dalam sektor dan perubahan komposisi antar-sektor. Setyawan (2020), yang menganalisis industri manufaktur Indonesia periode 1980–2015 dengan metode LMDI, melaporkan penurunan intensitas energi agregat manufaktur sekitar 65%; efek perubahan intensitas di dalam industri menjadi pendorong utama, sedangkan efek struktur relatif lebih kecil. Di sisi lain, Hartono et al. (2025) menunjukkan bahwa intensitas emisi agregat Indonesia membaik pada 2010–2015 tetapi memburuk pada 2015–2019. Kedua indikator ini berkaitan, tetapi intensitas energi dan intensitas emisi tidak sama.

1. Efek struktur atau aktivitas: menggambarkan pengaruh perubahan komposisi kegiatan ekonomi terhadap intensitas energi agregat. Arah dan besarnya harus dibaca berdasarkan definisi indeks pada sumber asli.

2. Efek intensitas atau efisiensi internal: menggambarkan perubahan energi per unit output di dalam sektor. Sebelum mencantumkan persentase kontribusi, pastikan apakah angka yang dilaporkan merupakan perubahan indeks, persentase, atau kontribusi terhadap perubahan total.

Studi Setyawan (2020) menunjukkan bahwa perubahan intensitas energi sektor manufaktur lebih banyak berkaitan dengan perubahan intensitas di dalam subsektor daripada perubahan struktur industri pada periode yang dianalisis. Temuan ini mendukung perlunya meningkatkan efisiensi proses dan peralatan, tetapi angka dari sektor manufaktur dan periode 1980–2015 tidak boleh diperlakukan sebagai gambaran kondisi seluruh sektor atau tahun terkini. Sebagai pembanding, analisis Hartono et al. (2025) tentang intensitas emisi nasional menunjukkan bahwa perubahan bauran sektor, hubungan antarsektor, dan permintaan akhir juga perlu dipertimbangkan.

D. Faktor yang Berkaitan dengan Intensitas Energi

Penelitian yang ditelaah mengidentifikasi pendapatan atau pertumbuhan ekonomi, komposisi sektor, keterbukaan perdagangan, investasi, teknologi, dan bauran energi sebagai faktor yang dapat berhubungan dengan intensitas energi atau dampak lingkungan. Sukanto et al. (2024) memasukkan harga global, perdagangan, dan investasi dalam pembahasan energi fosil dan PDB; Aswadi et al. (2023) menegaskan pentingnya membedakan konsumsi energi terbarukan dan tidak terbarukan.

• Pendapatan per kapita: dapat berkaitan dengan intensitas melalui perubahan struktur ekonomi, pola konsumsi, dan kemampuan mengadopsi teknologi.

• Proporsi sektor industri: dampaknya bergantung pada komposisi subsektor dan tingkat efisiensi masing-masing industri.



• Keterbukaan perdagangan: dapat memengaruhi intensitas melalui komposisi ekspor-impor, perpindahan produksi, serta alih teknologi.

• Investasi asing: dampaknya bergantung pada sektor tujuan investasi, teknologi, dan standar lingkungan yang diterapkan; arah hubungan perlu dibuktikan melalui data.

4.4 Implikasi Kebijakan dan Keberlanjutan Lingkungan

Sintesis literatur menunjukkan bahwa kebijakan energi perlu menyeimbangkan peran energi bagi kegiatan ekonomi dengan biaya lingkungan dari penggunaan energi fosil. Hasil kajian Sukanto et al. (2024) dan Aswadi et al. (2023) juga menempatkan ketergantungan energi fosil serta komposisi sumber energi sebagai isu yang relevan bagi pertumbuhan ekonomi Indonesia.

Tiga arah kebijakan yang dapat dipertimbangkan adalah:

1. Transisi energi berkelanjutan: dominasi fosil dalam pasokan primer masih tinggi pada 2022, sehingga diversifikasi ke sumber rendah emisi perlu dipertimbangkan bersama keandalan pasokan, biaya, dan dampak sosial. Kajian Idroes et al. (2024), Rahmandani dan Sukmana (2023), serta Hartono et al. (2020) memberikan konteks tentang konsekuensi lingkungan dan ekonomi dari pilihan energi.

2. Efisiensi energi: memperkuat audit energi, manajemen energi, modernisasi peralatan, serta praktik produksi dan transportasi yang hemat energi. Penurunan intensitas makro selama 2012–2022 memberi gambaran deskriptif perubahan energi relatif terhadap output, tetapi tidak menjadi bukti tunggal peningkatan efisiensi teknis. Studi Setyawan (2020) menekankan pentingnya memeriksa perubahan intensitas di dalam sektor.

3. Pengelolaan dampak lingkungan dan pembiayaan: pemantauan intensitas energi perlu dilengkapi data emisi CO_2 dan indikator kualitas lingkungan. Rahmayani et al. (2025) membahas relevansi pembiayaan hijau, sementara literatur energi-lingkungan membantu menempatkan hasil intensitas dalam konteks keberlanjutan.

4. Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Hasil pengolahan data sekunder 2012–2022 menunjukkan bahwa pangsa minyak, batu bara, dan gas dalam pasokan energi primer komersial turun dari 96,08% pada 2012 menjadi 87,70% pada 2022. Namun, estimasi pasokan energi fosil meningkat dari sekitar 1.193.776 ribu BOE menjadi 1.543.275 ribu BOE. Artinya, penurunan pangsa fosil tidak sama dengan penurunan volume absolut pasokan fosil.

Intensitas energi fosil turun dari 154,49 BOE per Rp miliar PDB riil pada 2012 menjadi 131,79 pada 2022, atau turun sekitar 14,7% selama periode tersebut. Penurunan tidak berlangsung setiap tahun: intensitas mencapai nilai terendah sekitar 116,39 pada 2021 kemudian meningkat menjadi 131,79 pada 2022. Pada 2022, estimasi pasokan energi fosil meningkat sekitar 19,2% dibanding tahun sebelumnya, sedangkan PDB riil tumbuh 5,31%, sehingga intensitas meningkat tajam. Pola ini menunjukkan bahwa perkembangan intensitas perlu dibaca bersama pertumbuhan output dan pasokan energi.



Intensitas energi merupakan indikator makro penggunaan energi relatif terhadap output, bukan ukuran murni efisiensi teknis. Data pada 2012–2022 memperlihatkan bahwa rasio dapat menurun meskipun pasokan energi fosil absolut meningkat. Studi Setyawan (2020) pada manufaktur, serta Azaliah dan Hartono (2020) dan Pratiwi (2022) tentang faktor intensitas energi Indonesia, memperlihatkan pentingnya mempertimbangkan struktur ekonomi, efisiensi dalam sektor, perdagangan, harga energi, dan investasi.

Hasil penghitungan ini menggambarkan tren, bukan pengaruh kausal. Perubahan intensitas dapat berasal dari perubahan output, jumlah energi, struktur sektor, ataupun bauran sumber energi. Oleh karena itu, indikator intensitas sebaiknya dibaca bersama pangsa dan volume pasokan fosil serta ukuran lingkungan, sebagaimana ditunjukkan dalam literatur terdahulu (Anwar & Elfaki, 2021; Idroes et al., 2024; Hartono et al., 2025).

Pengelolaan energi berkelanjutan perlu memadukan efisiensi, diversifikasi sumber energi, dan pengendalian dampak lingkungan. Karena artikel ini tidak menghitung emisi CO_2 secara langsung, kesimpulan tentang kondisi lingkungan dibatasi pada implikasi yang didukung oleh literatur dan tidak dianggap sebagai hasil pengukuran emisi baru.

5.2 Keterbatasan Kajian

Keterbatasan penelitian ini adalah periode statistik yang digunakan berakhir pada 2022 karena analisis memanfaatkan satu edisi resmi Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia agar definisi dan cakupan data konsisten. Estimasi pasokan fosil diperoleh dari total pasokan energi primer komersial dikalikan pangsa minyak, batu bara, dan gas; angka hasil perhitungan dapat dipengaruhi pembulatan pangsa dalam sumber. Data emisi CO_2 tidak diolah secara langsung sehingga pembahasan lingkungan mengandalkan literatur pendukung. Analisis bersifat kuantitatif deskriptif dan tidak menguji kausalitas.

5.3 Saran

1. Bagi pemerintah: memantau pangsa dan volume pasokan fosil, intensitas energi, serta emisi secara terpisah; memperkuat perencanaan transisi energi dengan mempertimbangkan keterjangkauan dan keandalan pasokan.

2. Bagi sektor industri: meningkatkan audit energi dan memperbaiki efisiensi proses berdasarkan pengukuran penggunaan energi per unit output pada masing-masing sektor.

3. Bagi peneliti selanjutnya: memperbarui seri statistik setelah 2022, memasukkan data emisi CO_2 yang sebanding, dan jika diperlukan menguji hubungan kausal dengan metode ekonometrika yang sesuai.

5. Daftar Pustaka

Anwar, N., & Elfaki, K. E. (2021). Examining the relationship between energy consumption, economic growth and environmental degradation in Indonesia: Do capital and trade openness matter? *International Journal of Renewable Energy Development*, *10*(4), 769–778. https://doi.org/10.14710/ijred.2021.37822

Aswadi, K., Jamal, A., Syahnur, S., & Nasir, M. (2023). Renewable and non-renewable energy consumption in Indonesia: Does it matter for economic growth? *International Journal of Energy Economics and Policy*, *13*(2), 107–116. https://doi.org/10.32479/ijeep.13900

Azaliah, R., & Hartono, D. (2020). Determinan intensitas energi di Indonesia: Analisis data panel. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*, *28*(1), 53–63. https://doi.org/10.14203/JEP.28.1.2020.53-63

Ghoshray, A., & Lorusso, M. (2025). Energy consumption, CO_2 emissions and economic growth in selected ASEAN countries. *Letters in Spatial and Resource Sciences*, *18*, Article 2. https://doi.org/10.1007/s12076-025-00398-y

Hartono, D., Hastuti, S. H., Halimatussadiah, A., Saraswati, A., Mita, A. F., & Indriani, V. (2020). Comparing the impacts of fossil and renewable energy investments in Indonesia: A simple general equilibrium analysis. *Heliyon*, *6*(6), Article e04120. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04120

Hartono, D., Hastuti, S. H., Kurniawan, R., Surahman, U., Putra, Y., & Shirakawa, H. (2025). Unpacking the determinants of emission intensity changes in Indonesia: A multiplicative structural decomposition approach. *Energy and Climate Change*, *6*, Article 100194. https://doi.org/10.1016/j.egycc.2025.100194

Idroes, G. M., Hardi, I., Rahman, M. H., Afjal, M., Noviandy, T. R., & Idroes, R. (2024). The dynamic impact of non-renewable and renewable energy on carbon dioxide emissions and ecological footprint in Indonesia. *Carbon Research*, *3*, Article 35. https://doi.org/10.1007/s44246-024-00117-0

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2022). *Handbook of energy & economic statistics of Indonesia 2022*. https://www.esdm.go.id/en/publication/handbook-of-energy-economic-statistics-of-indonesia-HEESI

Kurnia, M. I., Sasana, H., & Septiani, Y. (2019). Analysis of the causality of CO_2 emissions, consumption of fossil fuels, electricity consumption, and economic growth in Indonesia in 1990–2019. *AFEBI Economic and Finance Review*, *4*(2). https://doi.org/10.47312/aefr.v4i2.658

Muttaqin, E. I., Primambudi, G., & Darsono, S. N. A. C. (2024). Unveiling the dynamics of economic growth, carbon emissions, and energy consumption in Indonesia: A wavelet analysis model. *Jurnal Ekonomi & Studi Pembangunan*, *25*(2), 276–290. https://doi.org/10.18196/jesp.v25i2.23136

Pratiwi, D. R. (2022). Analysis on determinant of energy intensity in Indonesia during 2000–2020. *Jurnal Budget: Isu dan Masalah Keuangan Negara*, *7*(1). https://doi.org/10.22212/jbudget.v7i1.121

Rahmandani, N., & Sukmana, R. (2023). Analisis keberlanjutan lingkungan melalui capaian pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi terbarukan di Indonesia. *Relasi: Jurnal Ekonomi*, *19*(2), 327–344. https://doi.org/10.31967/relasi.v19i2.604

Rahmayani, D., Anas, M., Rachman, M. A., & Vikia, Y. M. (2025). The dynamic nexus among energy consumption, economic growth, and green finance on environmental quality. *Jurnal Economia*, *21*(3), 336–353. https://doi.org/10.21831/economia.v21i3.72253

Setiawan, A., Tua, D. P., & Husin, M. K. E. (2019). Pengaruh konsumsi bahan bakar fosil terhadap Produk Domestik Bruto Indonesia dan hubungan timbal balik di antara keduanya. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, *15*(3), 213–223. https://doi.org/10.30556/jtmb.Vol15.No3.2019.931

Setyawan, D. (2020). Energy efficiency in Indonesia's manufacturing industry: A perspective from Log Mean Divisia Index decomposition analysis. *Sustainable Environment Research*, *30*, Article 12. https://doi.org/10.1186/s42834-020-00053-9

Sukanto, S., Azwardi, A., Hamira, H., & Atiyatna, D. P. (2024). The unsustainable path: Assessing Indonesia's reliance on fossil energy in economic growth. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *14*(2), 484–489. https://doi.org/10.32479/ijeep.15358

