

Faktor-Faktor Yang Menentukan Konsumsi Energi Terbarukan Di Indonesia

Suci Rahmi¹, Sri Ulfa Sentosa²

^{1,2} Program Studi Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Korespondensi: sucirahmio811@gmail.com, sriulfasantosa66@gmail.com

Info Artikel

Diterima:

15 Mei 2025

Disetujui:

15 Juni 2025

Terbit daring:

25 Juni 2025

DOI: -

Sitasi:

Salimah, N.S & Satrianto, A. (2025). Analisis Volatilitas dan Forecasting Inflasi di Indonesia

Abstract:

This study aims to examine the influence of economic growth, fossil fuel energy consumption, manufacturing value added, total greenhouse gas emissions, and foreign direct investment on renewable energy consumption in Indonesia. This is a quantitative study using secondary data, specifically time series data from the World Bank for the period 1991 to 2021. The analysis method used in this study is multiple linear regression. The results show that all independent variables simultaneously have a significant effect on renewable energy consumption as the dependent variable. Partially, economic growth and fossil fuel energy consumption have a negative but statistically insignificant effect on renewable energy consumption. Manufacturing value added and foreign direct investment have a positive but insignificant effect on renewable energy consumption, while total greenhouse gas emissions have a negative and significant effect on renewable energy consumption.

Keywords : Renewable Energy Consumption, Economic Growth, Fossil Fuel Energy Consumption, Manufacturing Value Added, Total Greenhouse Gas Emissions, And Foreign Direct Investment

Abstrak:

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi dari bahan bakar fosil, nilai tambah industri manufaktur, total emisi gas rumah kaca, dan investasi langsung asing terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia. Penelitian ini merupakan studi kuantitatif yang menggunakan data sekunder, yaitu data runtun waktu (time series) dari World Bank untuk periode 1991 hingga 2021. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi linier berganda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua variabel independen secara simultan berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan sebagai variabel dependen. Secara parsial, pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi fosil berpengaruh negatif namun tidak signifikan secara statistik terhadap konsumsi energi terbarukan. Nilai tambah industri manufaktur dan investasi langsung asing berpengaruh positif namun tidak signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan, sedangkan total emisi gas rumah kaca berpengaruh negatif dan signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan.

Kata kunci : Konsumsi Energi Terbarukan, Pertumbuhan Ekonomi, Konsumsi Energi Fosil, Nilai Tambah Industri Manufaktur, Total Emisi Gas Rumah Kaca, dan Investasi Langsung Asing.

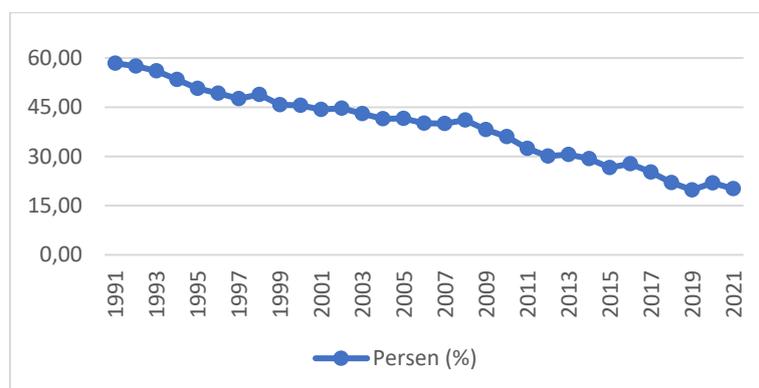
Kode Klasifikasi JEL: L72, O47, F43

PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan pokok bagi masyarakat di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Saat ini, total konsumsi bahan bakar nasional mencapai sekitar 1,63 juta barel per hari. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan meningkatnya produktivitas, konsumsi bahan bakar di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat dari waktu ke waktu. Untuk mengantisipasi potensi krisis energi, pemerintah mendorong pemanfaatan sumber energi baru dan terbarukan. Namun, pada tahun 2018, pemanfaatan energi baru dan terbarukan secara nasional baru mencapai 11,68 persen, yang masih jauh dari target yang telah ditetapkan.

Di Indonesia, arah kebijakan mengenai energi baru dan terbarukan diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN). Dalam kebijakan ini, ditetapkan bahwa porsi energi baru dan terbarukan ditargetkan mencapai 23 persen pada tahun 2025 dan minimal 31 persen pada tahun 2050. Sementara itu, ketergantungan terhadap minyak dan batu bara perlu dikurangi masing-masing sebesar 20

persen dan 25 persen. Untuk merealisasikan target tersebut, diperlukan berbagai langkah dan program yang dirancang serta diimplementasikan melalui Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) dan Rencana Umum Energi Daerah tingkat provinsi (RUED-P) (Sih Setyono et al., 2019).



Sumber Data: World Bank, 2025

Grafik 1 Konsumsi Energi Terbaruk (%) di Indonesia Tahun 1991-2021

Dapat dilihat pada grafik 1.1 konsumsi energi terbarukan di Indonesia mengalami fluktuasi, dengan periode peningkatan dan penurunan yang bervariasi, berdasarkan data World Bank pada tahun 1991-2021. Pada awal periode, yaitu tahun 1991, konsumsi energi terbarukan masih berada di kisaran 55 persen hingga 60 persen. Namun, terus menurun secara bertahap setiap tahunnya hingga mencapai sekitar 15 persen pada tahun 2021.

Menurunnya konsumsi energi terbarukan mencerminkan semakin kecilnya kontribusi energi terbarukan dalam bauran energi nasional dari tahun ke tahun. Penurunan ini utamanya disebabkan oleh meningkatnya pemanfaatan energi fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara, seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan meningkatnya kebutuhan energi di tingkat nasional. Selain itu, terbatasnya infrastruktur serta minimnya investasi di sektor energi terbarukan juga menjadi hambatan dalam upaya meningkatkan peran energi terbarukan di Indonesia.

Pertumbuhan ekonomi tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan kualitas lingkungan. Sebuah penelitian yang menggunakan indeks gabungan kerusakan lingkungan (mCIEP) menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi tidak senantiasa membawa dampak positif terhadap kualitas lingkungan, bahkan dalam beberapa kasus memberikan pengaruh negatif dan tidak signifikan secara statistik. Temuan ini menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi saja tidak memadai untuk memperbaiki kualitas lingkungan tanpa adanya dukungan dari kebijakan lingkungan yang efektif (Wang, Zhang, & Li, 2017).

Keterkaitan antara konsumsi energi terbarukan dan nilai tambah manufaktur merupakan isu strategis yang perlu dikaji secara mendalam dalam konteks pengendalian emisi CO₂. Melalui integrasi kebijakan energi dan industri yang berpihak pada inovasi dan efisiensi, negara-negara berkembang seperti Indonesia memiliki peluang besar untuk membangun sektor manufaktur yang tangguh, kompetitif, dan ramah lingkungan secara simultan.

Teori Environmental Kuznets Curve (EKC) menyatakan bahwa terdapat hubungan berbentuk kurva U terbalik antara pertumbuhan ekonomi dan degradasi lingkungan. Pada tahap awal pertumbuhan, peningkatan aktivitas ekonomi seringkali menyebabkan peningkatan emisi CO₂ akibat dominasi penggunaan energi fosil. Namun, seiring dengan pertumbuhan pendapatan per kapita, kesadaran akan pentingnya keberlanjutan meningkat, sehingga

mendorong adopsi teknologi ramah lingkungan dan transisi menuju energi terbarukan (Vallejo Mata et al., 2024).

Di sisi lain, manufaktur berteknologi memainkan peran vital dalam pertumbuhan ekonomi suatu negara karena mampu menciptakan nilai tambah yang tinggi, meningkatkan efisiensi produksi, serta mendorong inovasi teknologi. Di Indonesia, sektor ini mendapat perhatian khusus dalam kerangka transformasi ekonomi menuju industri 4.0, sebagaimana tercermin dalam peta jalan “Making Indonesia 4.0” yang menempatkan industri teknologi sebagai motor penggerak pertumbuhan ekonomi nasional. Nilai tambah dari sektor manufaktur merupakan indikator penting dalam menilai kapabilitas industri nasional dalam menghasilkan produk bernilai tinggi yang kompetitif di pasar global (OECD, 2023).

Penanaman modal asing (FDI) memiliki peran krusial dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi serta mendorong modernisasi teknologi, khususnya di negara-negara berkembang. Selain menyediakan dana investasi, FDI juga membawa teknologi yang efisien dan berwawasan lingkungan, yang mempercepat penggunaan energi terbarukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil. Penelitian oleh (Sang et al., 2022) menunjukkan bahwa FDI di negara-negara Asia meningkatkan konsumsi energi terbarukan melalui transfer teknologi dan investasi di sektor energi bersih.

Teori modernisasi menjelaskan bahwa negara-negara berkembang mengalami transformasi sosial dan ekonomi yang ditandai dengan industrialisasi, kemajuan teknologi, dan peningkatan investasi asing langsung (FDI). Pada tahap awal modernisasi, pertumbuhan konsumsi energi, khususnya dari bahan bakar fosil, cenderung meningkat seiring dengan berkembangnya aktivitas manufaktur dan ekonomi yang memerlukan energi dalam jumlah besar. Hal ini sesuai dengan temuan (Smith dan Wang., 2022) yang menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi yang didukung oleh manufaktur sering kali meningkatkan konsumsi bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi kuantitatif yang menggunakan pendekatan deskriptif dan deduktif. Data yang digunakan adalah data sekunder berupa deret waktu (time series) dari tahun 1991 hingga 2021, yang diperoleh dari World Bank (Bank Dunia). Variabel dalam penelitian ini mencakup satu variabel dependen, yaitu konsumsi energi terbarukan yang diukur dalam persentase, serta beberapa variabel independen seperti pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi fosil, nilai tambah sektor manufaktur, total emisi gas rumah kaca, dan investasi langsung asing, yang semuanya dinyatakan dalam satuan persen. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui metode dokumentasi dan studi literatur. Untuk analisis data, digunakan metode regresi linier berganda dengan pendekatan Ordinary Least Squares (OLS). Model estimasi yang digunakan dalam penelitian ini disusun sebagai berikut:

$$Y_t = \alpha_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \beta_4 X_{4t} + \beta_5 X_{5t} + e_t \quad (1)$$

Dimana Y konsumsi energi terbarukan, X_{1t} merupakan pertumbuhan ekonomi pada periode t , X_{2t} merupakan konsumsi energi bahan bakar fosil pada periode t , X_{3t} merupakan nilai tambah manufaktur pada periode t , X_{4t} merupakan total emisi gas rumah kaca pada periode t , X_{5t} merupakan investasi asing langsung pada periode t , e_t merupakan Error. Dalam penelitian ini data diolah dengan menggunakan software Eviews 12.

HASIL PEMBAHASAN

Penelitian ini menguji mengenai pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi fosil, nilai tambah sektor manufaktur, total emisi gas rumah kaca, dan investasi langsung asing terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia. Dari hasil pengujian persamaan dengan menggunakan aplikasi Eviews 12 dapat terlihat bagaimana variabel independent mempengaruhi variabel dependent. Salah satu teknik yang digunakan dalam analisis regresi berganda adalah metode kuadrat terkecil atau Ordinary Least Square (OLS) untuk mengestimasi parameter model regresi. Penggunaan metode OLS mengharuskan terpenuhinya beberapa asumsi klasik agar hasil estimasi yang diperoleh tidak bias dan dapat diinterpretasikan dengan valid. Apabila asumsi klasik ini tidak dipenuhi, maka estimasi yang dihasilkan akan tidak akurat, dan interpretasi dari hasil analisis pun menjadi tidak dapat diandalkan.

Tabel 1. Hasil regresi linear berganda

variabel	coefficient	Std.Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.251341	0.880231	-0.880231	0.3875
X1	-0.078499	0.064762	-1.212116	0.2373
D(X2)	-0.165273	0.139275	-1.186667	0.2470
D(X3)	0.033108	0.071163	0.465246	0.6459
D(X4)	-0.128901	0.026993	-4.775266	0.0001
D(X5)	0.110938	0.219332	0.505799	0.6176
R-squared			0.596561	
F-statistic			7.097702	
Prob(F-statistic)			0.000335	

Sumber : hasil olah data eviews 12, 2025

Berdasarkan Tabel 1, koefisien determinasi (R^2) menunjukkan besarnya kontribusi variabel independen terhadap variabel dependen dalam model regresi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai R^2 sebesar 0,596561, yang berarti bahwa variabel-variabel independen dalam penelitian ini yaitu pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi fosil, nilai tambah sektor manufaktur, total emisi gas rumah kaca, dan investasi langsung asing mampu menjelaskan variasi terhadap variabel dependen, yaitu konsumsi energi terbarukan di Indonesia, sebesar 59,65 persen selama tahun 1991–2021. Dengan demikian, model regresi ini cukup kuat dalam menjelaskan hubungan antarvariabel, dan diperoleh persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = -0,25 - 0.07X_1 - 0.16X_2 + 0.03X_3 - 0.12X_{4t} + 0.11 X_5 \quad (2)$$

Pengaruh pertumbuhan ekonomi terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia

Temuan penelitian mengindikasikan bahwa pertumbuhan ekonomi memiliki pengaruh negatif namun tidak signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan pertumbuhan ekonomi cenderung diikuti oleh penurunan konsumsi energi terbarukan, meskipun pengaruh tersebut secara statistik tidak terbukti kuat.

Temuan dalam penelitian ini sejalan dengan hasil studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi memiliki pengaruh negatif namun tidak signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di negara-negara OECD dan non-OECD. Hal ini disebabkan oleh kecenderungan bahwa peningkatan pertumbuhan ekonomi justru menurunkan konsumsi energi terbarukan, meskipun kesadaran dan pemahaman masyarakat mengenai pentingnya energi terbarukan terus meningkat di kedua kelompok negara tersebut (Ivanovski, Hailemariam, & Smyth, 2020). Temuan serupa juga diperoleh dalam studi yang menunjukkan bahwa di negara-negara OECD, pertumbuhan ekonomi berpengaruh negatif namun tidak signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan, dengan alasan yang sama mengenai peningkatan kesadaran masyarakat meski konsumsi tetap menurun (Wang & Wang, 2020).

Pengaruh konsumsi energi bahan bakar fosil terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia

Hasil studi mengungkapkan bahwa konsumsi energi berbasis bahan bakar fosil memiliki pengaruh negatif yang signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia. Dengan kata lain, peningkatan konsumsi energi fosil cenderung menghambat pertumbuhan konsumsi energi terbarukan.

Temuan penelitian ini sesuai dengan hasil studi sebelumnya yang menyatakan bahwa konsumsi energi fosil berpengaruh negatif dan signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di Thailand. Hal ini terjadi karena peningkatan konsumsi energi fosil cenderung menurunkan penggunaan energi terbarukan, meskipun kesadaran dan pengetahuan masyarakat mengenai pentingnya energi terbarukan di Thailand juga terus berkembang (Purwanto & Sinaga, 2021). Temuan ini juga konsisten dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa konsumsi energi fosil memiliki dampak negatif dan signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di wilayah Asia Selatan, yang disebabkan oleh kecenderungan meningkatnya penggunaan energi fosil yang menurunkan konsumsi energi terbarukan, meskipun kesadaran masyarakat terhadap pentingnya energi terbarukan di kawasan tersebut terus meningkat (Murshed & Tanha, 2020). Selain itu, studi lain juga menunjukkan hasil serupa di Rusia, di mana konsumsi energi fosil berpengaruh negatif dan signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan, meskipun kesadaran dan pemahaman masyarakat mengenai pentingnya energi terbarukan terus berkembang (Karacan et al., 2019).

Pengaruh nilai tambah manufaktur terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia

Hasil studi mengindikasikan bahwa nilai tambah sektor manufaktur memiliki pengaruh positif namun tidak signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia. Dengan kata lain, peningkatan nilai tambah manufaktur cenderung diikuti oleh potensi kenaikan konsumsi energi terbarukan meskipun pengaruhnya secara statistik belum kuat.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa nilai tambah manufaktur memiliki pengaruh positif namun tidak signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia. Kondisi ini disebabkan oleh peningkatan nilai tambah di sektor manufaktur yang mendorong kenaikan konsumsi energi terbarukan, serta semakin meningkatnya pengetahuan dan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya penggunaan energi terbarukan di Indonesia (Wahyuningsih, Anggraeni, & Susanto, 2025). Temuan ini juga sejalan dengan studi lain yang menunjukkan bahwa nilai tambah sektor manufaktur berpengaruh positif namun tidak signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di sepuluh negara ASEAN, yaitu Indonesia, Malaysia, Thailand, Filipina, Singapura, Kamboja, Myanmar, Laos, Brunei Darussalam, dan Vietnam. Hal ini terjadi karena peningkatan nilai tambah manufaktur turut mendorong konsumsi energi terbarukan, didukung oleh bertambahnya pengetahuan dan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya energi terbarukan di kawasan tersebut (Susilowati, 2024).

Pengaruh total emisi gas rumah kaca terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia

Temuan penelitian mengungkapkan bahwa total emisi gas rumah kaca memiliki pengaruh negatif yang signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia. Dengan kata lain, peningkatan emisi gas rumah kaca cenderung menurunkan konsumsi energi terbarukan meskipun pertumbuhan ekonomi yang lebih tinggi seharusnya dapat mendorong potensi peningkatan konsumsi energi terbarukan.

Temuan penelitian ini konsisten dengan hasil studi yang menunjukkan bahwa konsumsi energi fosil memiliki dampak negatif dan signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di negara-negara G7, yaitu Kanada, Prancis, Jerman, Italia, Jepang, Inggris, dan Amerika Serikat. Dampak ini terjadi karena peningkatan penggunaan energi fosil cenderung menurunkan konsumsi energi terbarukan, meskipun kesadaran dan pemahaman masyarakat mengenai pentingnya energi terbarukan di negara-negara G7 terus berkembang (Lei et al., 2022). Temuan ini juga sejalan dengan hasil studi lain yang menunjukkan bahwa konsumsi energi fosil memberikan pengaruh negatif dan signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di sepuluh negara Amerika Selatan, yaitu Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Kolombia, Ekuador, Paraguay, Peru, Uruguay, dan Venezuela. Hal ini disebabkan oleh peningkatan konsumsi energi fosil yang cenderung menurunkan penggunaan energi terbarukan, meskipun pengetahuan dan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya energi terbarukan di wilayah tersebut terus meningkat (Karacan et al., 2019; Koengkan & Fuinhas, 2017).

Pengaruh investasi asing langsung terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia

Hasil penelitian mengindikasikan bahwa investasi asing langsung memberikan pengaruh positif namun tidak signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia. Dengan kata lain, peningkatan investasi asing langsung cenderung diikuti oleh potensi kenaikan konsumsi energi terbarukan, meskipun pengaruh tersebut belum terbukti secara statistik signifikan.

Temuan penelitian ini sesuai dengan hasil studi yang menunjukkan bahwa nilai tambah sektor manufaktur memiliki pengaruh positif namun tidak signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di Madagaskar. Hal ini disebabkan oleh peningkatan nilai tambah manufaktur yang mendorong kenaikan konsumsi energi terbarukan, serta meningkatnya pengetahuan dan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya konsumsi energi terbarukan di negara tersebut (Ramaharo & Randriamifidy, 2023). Temuan ini juga sejalan dengan penelitian lain yang menemukan bahwa negara berkembang memiliki pengaruh positif namun tidak signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia. Kondisi ini terjadi karena peningkatan pembangunan di negara berkembang mendorong konsumsi energi terbarukan, seiring dengan bertambahnya pengetahuan dan kesadaran masyarakat akan pentingnya penggunaan energi terbarukan di Indonesia (Paramati, Ummalla, & Apergis, 2016).

SIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi fosil, nilai tambah sektor manufaktur, total emisi gas rumah kaca, serta investasi asing langsung terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia pada periode 1991 hingga 2021. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh kesimpulan bahwa pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi fosil berpengaruh negatif namun tidak signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia. Nilai tambah sektor manufaktur dan investasi asing langsung menunjukkan pengaruh positif, namun tidak signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan. Sementara itu, total emisi gas rumah kaca memiliki pengaruh negatif dan signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan.

Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan emisi gas rumah kaca justru menurunkan penggunaan energi terbarukan, yang mengindikasikan adanya ketergantungan yang tinggi terhadap energi tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu, pemerintah perlu memperkuat komitmen dalam menurunkan emisi melalui pengurangan konsumsi energi berbasis fosil. Strategi transisi energi harus difokuskan pada percepatan pengembangan energi terbarukan, melalui peningkatan investasi di energi bersih, pemberian insentif bagi teknologi rendah karbon, serta dukungan riset dan pengembangan efisiensi energi.

Meskipun variabel pertumbuhan ekonomi, nilai tambah manufaktur, dan investasi asing langsung belum berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan, arah kebijakan pembangunan di sektor-sektor tersebut tetap perlu diarahkan agar selaras dengan prinsip pembangunan berkelanjutan. Ini termasuk penerapan standar industri hijau, efisiensi dalam proses produksi, dan pemanfaatan teknologi ramah lingkungan dalam investasi asing dan aktivitas manufaktur domestik.

DAFTAR RUJUKAN

- Dogan, E., Ozturk, I., & Inglesi-Lotz, R. (2020). *The impact of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from a panel quantile regression*. *Energy Economics*, 85, 104596. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104596>
- Ivanovski, K., Hailemariam, A., & Smyth, R. (2020). Renewable and non-renewable energy consumption, economic growth and natural disasters in OECD countries. *Journal of Cleaner Production*, 276, 123954. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123954>
- Karacan, R., Yildirim, E., & Ozdemir, O. (2019). The impact of oil prices on renewable energy consumption: Evidence from Russia. *Renewable Energy*, 139, 1275–1282.
- Koengkan, M., & Fuinhas, J. A. (2017). *The Negative Impact of Renewable Energy Consumption on Carbon Dioxide Emissions: An Empirical Evidence from South American Countries*. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, 6(5), 893–914. <https://www.researchgate.net/publication/321752763> The Negative Impact of Renewable Energy Consumption on Carbon Dioxide Emissions An empirical evidence from South American Countries
- Lei, Y., Zhou, H., Du, Y., & Khan, I. (2022). Revealing the role of renewable energy consumption and digitalization on energy-related greenhouse gas emissions in G7 countries. *Frontiers in Energy Research*, 11, 1197030. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2023.1197030/full>
- Madaleno, M., & Nogueira, M. C. (2023). How Renewable Energy and CO₂ Emissions Contribute to Economic Growth, and Sustainability—An Extensive Analysis. *Sustainability*, 15(5), 4089. <https://doi.org/10.3390/su15054089>
- Murshed, M., & Tanha, M. A. (2020). An empirical analysis of the dynamic relationships among renewable energy consumption, fossil fuel consumption, and carbon dioxide emissions in South Asia. *Energy Reports*, 6, 1125–1132.
- OECD. (2023). *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard*. Paris: OECD Publishing.

- Paramati, S. R., Ummalla, M., & Apergis, N. (2016). The effect of foreign direct investment and stock market growth on clean energy use across a panel of emerging market economies. *Energy Economics*, 56, 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.02.008>
- Purwanto, S. K., & Sinaga, O. (2021). Exploring the Relationship between Fossil Fuel Energy Consumption, Renewable Energy Consumption and Human Capital Index: A Study From Thailand. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(6), 1–10.
- Ramaharo, F., & Randriamifidy, F. (2023). *Determinants of Renewable Energy Consumption in Madagascar: Evidence from Feature Selection Algorithms*. arXiv preprint. <https://arxiv.org/abs/2401.13671>
- Sang, J., Liu, Y., & Zhang, X. (2022). The impact of foreign direct investment on renewable energy consumption: Evidence from Asia. *Journal of Cleaner Production*, 349, 131278. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131278>
- Smith, T., & Wang, Y. (2022). Energy security, energy transition, and foreign investments: An evolving complex relationship. *Law*, 13(4), 48. <https://doi.org/10.3390/law13040048>
- Shahbaz, M., Balsalobre-Lorente, D., & Jahanger, A. (2021). *The role of renewable and non-renewable energy consumption in economic growth: Evidence from asymmetric causality*. *Renewable Energy*, 164, 1475–1485. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.10.142>
- Sih Setyono, J., Hari Mardiansjah, F., & Febrina Kusumo Astuti, M. (2019). Potensi Pengembangan Energi Baru Dan Energi Terbarukan Di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*, 13(2), 177–186. <http://riptek.semarangkota.go.id>
- Susilowati, E. (2024). Nexus Between Economic Growth, Renewable Energy, Industry Value Added and CO₂ Emissions in ASEAN. *Jurnal Ekonomi Pembangunan: Kajian Masalah Ekonomi dan Pembangunan*, 25(1), 1–15. <https://journals.ums.ac.id/JEP/article/view/23165>
- Vallejo Mata, J. P., González Bautista, M. G., Solis Granda, L. E., & Zurita Moreano, E. G. (2024). *Evaluating the Environmental Kuznets Curve: The role of renewable energy, economic growth, urban density and trade openness on CO₂ emissions*. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14(6), 580–596. <https://doi.org/10.32479/ijeep.16740>
- Wahyuningsih, I., Anggraeni, E., & Susanto, I. (2025). Determinasi Emisi Karbon di Indonesia Tahun 2004–2023: Tinjauan Ekonomi Industri. *EKOMA: Jurnal Ekonomi, Manajemen, Akuntansi*, 4(3), 5287–5303. <https://doi.org/10.56799/ekoma.v4i3.7896>
- Wang, Y., Zhang, Y., & Li, S. (2017). An analysis based on a composite index of environmental damage. *Ecological Indicators*, 76, 145–155. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.01.020>