

Outline Journal of Economic Studies

Journal homepage: <http://outlinepublisher.com/index.php/OJES>

Research Article

The Impact of Renewable Energy, CO₂ Emissions, and Population on Economic Growth in ASEAN 2013-2023

(Pengaruh Energi Terbarukan, Emisi CO₂, dan Jumlah Penduduk Terhadap Pertumbuhan Ekonomi di ASEAN 2013-2023)

Syarifah

Universitas Negeri Medan, Indonesia

*Correspondence: Syapehh17@gmail.com

Keyword:

ASEAN,
CO₂ emissions,
Economic growth,
Panel data,
Population,
Renewable energy.

Abstract

Purpose: This study investigates how renewable energy consumption, CO₂ emissions, and population size influence economic growth in selected ASEAN countries Indonesia, Malaysia, Thailand, the Philippines, and Vietnam over the period 2013–2023. It aims to provide insights into the role of environmental and demographic factors in achieving sustainable economic development. **Methods:** The research employs panel data regression analysis, utilizing both Fixed Effects Model (FEM) and Random Effects Model (REM). The Hausman test is applied to determine the most appropriate model for estimation, ensuring robust and reliable results across the dataset. **Results:** The findings reveal that renewable energy consumption has a positive and statistically significant effect on economic growth. In contrast, CO₂ emissions negatively impact economic performance, indicating environmental degradation may hinder growth. Population size shows a generally positive influence, although its effect varies across countries and periods. **Conclusions:** The study emphasizes the importance of expanding renewable energy use and implementing effective emission control policies to foster sustainable growth. Policymakers should balance economic expansion with environmental preservation. **Originality:** This research offers updated panel evidence from ASEAN economies, integrating environmental and demographic variables within a decade-long analysis.

Article history

Received:

18 April 2026

Revised:

25 April 2026

Accepted:

25 April 2026

Available Online:

26 April 2026

PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi merupakan indikator kunci keberhasilan pembangunan, namun di kawasan ASEAN khususnya Indonesia, Malaysia, Thailand, Filipina, dan Vietnam, pertumbuhan tersebut masih dihadapkan pada berbagai tantangan struktural, terutama ketergantungan yang tinggi terhadap energi fosil, peningkatan emisi karbon dioksida (CO₂), serta dinamika pertumbuhan jumlah penduduk. Energi terbarukan diposisikan sebagai solusi strategis dalam kerangka pembangunan berkelanjutan karena berpotensi mendorong efisiensi produksi, inovasi teknologi, dan pengurangan dampak lingkungan, meskipun kontribusinya terhadap

pertumbuhan ekonomi di negara berkembang ASEAN masih relatif terbatas akibat kendala investasi, teknologi, dan infrastruktur.

Di sisi lain, emisi CO₂ menunjukkan hubungan yang kompleks dengan pertumbuhan ekonomi, di mana peningkatan aktivitas ekonomi berbasis energi fosil cenderung meningkatkan emisi, sebagaimana dijelaskan dalam konsep Environmental Kuznets Curve (EKC), sehingga menimbulkan dilema antara pencapaian pertumbuhan ekonomi dan keberlanjutan lingkungan (Saboori, 2012). Faktor demografi, khususnya jumlah penduduk, juga memiliki peran yang ambivalen, karena dapat menjadi modal pembangunan melalui ketersediaan tenaga kerja dan pasar domestik yang luas, tetapi berpotensi menekan pertumbuhan ekonomi apabila tidak diimbangi dengan peningkatan kualitas sumber daya manusia dan kesempatan kerja (Baltagi, 2005). Kondisi empiris di lima negara ASEAN selama periode 2013–2023 menunjukkan adanya fluktuasi pertumbuhan ekonomi (Manulusi, 2025), perkembangan energi terbarukan, peningkatan emisi CO₂, serta dinamika jumlah penduduk yang bervariasi antarnegara, mencerminkan keterkaitan erat antara aspek ekonomi, energi, lingkungan, dan demografi (Grossman, 1995).

Berdasarkan fenomena tersebut, penelitian ini dibatasi pada lima negara ASEAN dan periode 2013–2023 dengan tujuan menganalisis pengaruh energi terbarukan, emisi CO₂ (Heidari, 2015), dan jumlah penduduk terhadap pertumbuhan ekonomi, baik secara parsial maupun simultan, guna mengisi kesenjangan penelitian yang masih terbatas pada pendekatan data panel di kawasan ASEAN (Mu'min, 2023). Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan ekonomi pembangunan dan ekonomi lingkungan, serta manfaat praktis dan institusional sebagai dasar perumusan kebijakan pembangunan ekonomi yang berorientasi pada keberlanjutan di negara-negara ASEAN.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode data panel yang mencakup lima negara ASEAN dalam periode 2013–2023. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai lembaga internasional seperti World Bank, Asian Development Bank, International Energy Agency, ASEAN Centre for Energy, dan United Nations. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah pertumbuhan ekonomi yang diukur melalui PDB riil, sedangkan variabel independennya meliputi energi terbarukan, emisi CO₂, dan jumlah penduduk. Analisis dilakukan menggunakan regresi data panel dengan tiga pendekatan, yaitu Common Effect Model (CEM), Fixed Effect Model (FEM), dan Random Effect Model (REM). Pemilihan model terbaik dilakukan melalui uji Chow dan uji Hausman, serta dilengkapi dengan uji asumsi klasik dan uji hipotesis (Gujarati, 2009; Heidari, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1
Hasil Uji Chow

Redundant Fixed Effects Tests			
Equation: Untitled			
Test cross-section fixed effects			
Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	6.908681	(4,47)	0.0002
Cross-section Chi-square	25.435206	4	0.0000

Berdasarkan tabel di atas uji chow diperoleh nilai prob untuk cross-section F Chi-square sebesar 0.0000, yang artinya prob cross section F Chi-square lebih kecil dari signifikansi ($0.0000 < 0,05$) sehingga dapat disimpulkan bahwa H₀ ditolak dan H₁ diterima karena lebih kecil dari 0,05. Hal tersebut menunjukkan bahwa model fixed effect lebih baik dari model common effect.

Uji Hausman

Tabel 2
Hasil Uji Hausman

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	8.358725	3	0.0392

Sumber : Hasil Pengolahan Data Eviews, 2025

Berdasarkan uji Hausman, nilai probabilitas cross section random sebesar 0,0392 ($< 0,05$), sehingga H1 diterima dan H0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa model fixed effect lebih tepat dibandingkan random effect. Selain itu, hasil uji sebelumnya juga menunjukkan fixed effect lebih baik daripada common effect, sehingga uji Lagrange Multiplier tidak diperlukan. Dengan demikian, model estimasi regresi data panel yang digunakan dalam penelitian ini adalah fixed effect model.

Matriks korelasi, seluruh koefisien korelasi antar variabel independen berada di bawah 0,9, yaitu antara Energi Terbarukan dengan Emisi CO₂ sebesar 0,38, Energi Terbarukan dengan Jumlah Penduduk sebesar 0,32, serta Emisi CO₂ dengan Jumlah Penduduk sebesar 0,62. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat masalah multikolinearitas dalam model penelitian.

Tabel 3
Hasil Uji Heteroskedastisita

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.44E+18	6.14E+17	-2.352410	0.0229
LOGX1	-3.21E+15	3.89E+15	-0.825839	0.4131
X2	-2.39E+13	2.37E+13	-1.009051	0.3181
LOGX3	7.92E+16	3.35E+16	2.363148	0.0223

Sumber : Hasil Pengolahan Eviews, 2025

Berdasarkan hasil output menunjukkan bahwa nilai prob X1(Energi Terbarukan) dan X2(CO₂) $> 0,05$ maka tidak terjadi masalah heteroskedastisitas. Pada nilai prob X3(jumlah penduduk) $< 0,05$ maka ini menunjukkan bahwa X3 ada kemungkinan terjadinya heteroskedastisitas.

Interpretasi Model FEM

Berdasarkan hasil uji chow dan Hausman yang telah dilakukan, estimasi model regresi data panel terbaik yang dipilih adalah Fixed Effect Model. Berikut hasil output dari estimasi Fixed Effect:

Tabel 4
Hasil Uji Model Fixed Effect

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.08E+17	8.34E+17	0.609009	0.5455
LOGX1	9.25E+15	5.28E+15	1.751036	0.0865
X2	9.44E+13	3.21E+13	2.937397	0.0051
LOGX3	-2.62E+16	4.55E+16	-0.574564	0.5683
Effects Specification				

Cross-section fixed (dummy variables)			
Root MSE	7.11E+15	R-squared	0.933083
Mean dependent var	4.64E+16	Adjusted R-squared	0.923117
S.D. dependent var	2.77E+16	S.E. of regression	7.69E+15
Akaike info criterion	76.12914	Sum squared resid	2.78E+33
Schwarz criterion	76.42112	Log likelihood	-2085.551
Hannan-Quinn criter.	76.24205	F-statistic	93.62376
Durbin-Watson stat	2.288969	Prob(F-statistic)	0.000000

Berdasarkan hasil output eviews di atas diperoleh koefisien setiap variabel penelitian sehingga dapat dibentuk persamaan model analisis sebagai berikut:

$$Y = 5,080 + 9,245 (\text{LOGX1}) + 9,439 (\text{X2}) - 2,616 (\text{LOGX3})$$

Dimana:

Y = Pertumbuhan Ekonomi

X1 = Energi Terbarukan

X2 = Emisi CO₂

X3 = Jumlah Penduduk

Dari hasil persamaan model regresi di atas, maka dapat diinterpretasikan hasil uji regresi data panel dengan Fixed Effect Model sebagai berikut:

1. Variabel secara menyeluruh Nilai konstanta yang diperoleh sebesar 5,080. Hal ini menunjukkan bahwa variabel bebas, yaitu Energi Terbarukan, Emisi CO₂, dan Jumlah Penduduk dianggap tetap (konstan) atau tidak mengalami perubahan, maka presentase nilai Pertumbuhan Ekonomi di ASEAN akan sebesar 5,08%.
2. Variabel Energi Terbarukan memiliki nilai koefisien sebesar 9,245. Hal ini menunjukkan bahwa setiap Energi Terbarukan meningkat sebesar 1%, maka akan meningkatkan Pertumbuhan Ekonomi sebesar 9,24%. Dengan asumsi variabel lain tetap konstan. Temuan ini menunjukkan bahwa energi terbarukan berperan penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi melalui peningkatan investasi, penciptaan lapangan kerja, efisiensi energi, dan pengurangan ketergantungan pada energi fosil, sehingga mendukung daya saing dan keberlanjutan pembangunan di kawasan ASEAN.
3. Variabel Emisi CO₂ memiliki nilai koefisien sebesar 9,439. Hal ini menunjukkan bahwa apabila Emisi CO₂ di negara ASEAN meningkat sebesar 1 satuan, maka akan meningkatkan Pertumbuhan Ekonomi sebesar 9,43%. Dengan asumsi variabel lain tetap konstan. Hasil ini menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi di negara-negara ASEAN masih bersifat carbon-intensive dan bergantung pada energi fosil, sehingga diperlukan penguatan kebijakan transisi energi agar pertumbuhan ekonomi dapat berkelanjutan tanpa meningkatkan tekanan lingkungan.
4. Variabel Jumlah Penduduk memiliki nilai koefisien sebesar 2,616. Hal ini menunjukkan bahwa apabila Jumlah Penduduk di negara ASEAN meningkat sebesar 1%, maka akan menurunkan Pertumbuhan Ekonomi sebesar 2,61%. Dengan asumsi variabel lain tetap konstan. Hasil ini menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk di negara ASEAN belum sepenuhnya diimbangi oleh peningkatan produktivitas dan kualitas sumber daya manusia, sehingga justru memberi tekanan pada perekonomian.

Tabel 5
Hasil Uji Parsial (T-Statistik)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.08E+17	8.34E+17	0.609009	0.5455
LOGX1	9.25E+15	5.28E+15	1.751036	0.0865
X2	9.44E+13	3.21E+13	2.937397	0.0051
LOGX3	-2.62E+16	4.55E+16	-0.574564	0.5683

Berdasarkan hasil uji parsial (uji-t), variabel Energi Terbarukan memiliki nilai t-statistik sebesar 1,751036 dengan probabilitas $0,0865 > 0,05$, sehingga berpengaruh positif namun tidak signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Variabel Emisi CO₂ memiliki nilai t-statistik 2,937397 dengan probabilitas $0,0051 < 0,05$, yang menunjukkan pengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Sementara itu, variabel Jumlah Penduduk memiliki nilai t-statistik $-0,574564$ dengan probabilitas $0,5683 > 0,05$, sehingga berpengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi.

Hasil uji F data panel, diperoleh nilai Prob (F-statistik) $0,000000 < 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa secara simultan (bersama sama) variabel bebas dalam penelitian yaitu Energi Terbarukan, Emisi CO₂, dan Jumlah Penduduk berpengaruh signifikan Terhadap Pertumbuhan Ekonomi. Hasil output regresi diperoleh nilai R-squared sebesar 0.933083. Hal ini menunjukkan bahwa model persamaan yang digunakan dapat menjelaskan hubungan antara Energi Terbarukan, Emisi CO₂, dan Jumlah Penduduk terhadap Pertumbuhan Ekonomi sebesar 93% dan sisanya dijelaskan oleh variabel lain yang tidak dilakukan di dalam penelitian ini sebesar 7%. Dapat disimpulkan bahwa variabel bebas dapat menjelaskan model persamaan dengan baik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model terbaik yang digunakan adalah Fixed Effect Model (FEM), yang mampu menangkap perbedaan karakteristik antarnegara (Mulyani, 2025). Secara parsial, energi terbarukan berpengaruh positif namun tidak signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi, yang menunjukkan bahwa perannya belum optimal akibat keterbatasan investasi dan teknologi. Sementara itu, emisi CO₂ berpengaruh positif dan signifikan, mengindikasikan bahwa pertumbuhan ekonomi di ASEAN masih bergantung pada energi fosil atau bersifat carbon-intensive. Di sisi lain, jumlah penduduk berpengaruh negatif dan tidak signifikan, yang menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk belum diimbangi dengan peningkatan kualitas sumber daya manusia (Priastiwi, 2026). Secara simultan, ketiga variabel tersebut berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi, dengan nilai koefisien determinasi yang tinggi, sehingga model mampu menjelaskan sebagian besar variasi pertumbuhan ekonomi. Temuan ini menegaskan adanya trade-off antara pertumbuhan ekonomi dan keberlanjutan lingkungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa energi terbarukan memiliki pengaruh positif namun belum signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi, yang mengindikasikan bahwa kontribusinya masih memerlukan penguatan melalui peningkatan investasi, infrastruktur, dan dukungan kebijakan. Sementara itu, emisi CO₂ berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi, mencerminkan masih tingginya ketergantungan negara-negara ASEAN pada energi berbasis fosil dalam mendorong aktivitas ekonomi. Jumlah penduduk menunjukkan pengaruh negatif dan tidak signifikan, yang mengindikasikan bahwa potensi bonus demografi belum dimanfaatkan secara optimal, terutama dalam hal produktivitas dan kualitas tenaga kerja. Secara simultan, seluruh variabel terbukti berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi, menegaskan adanya keterkaitan erat antara faktor energi, lingkungan, dan demografi. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan yang terintegrasi dan berkelanjutan, seperti percepatan transisi energi bersih, pengendalian emisi karbon melalui regulasi yang ketat, serta peningkatan kualitas sumber daya manusia melalui pendidikan dan pelatihan. Selain itu, kolaborasi regional ASEAN juga penting untuk memperkuat ketahanan energi dan mendukung pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353–377.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic Econometrics* (5th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Heidari, H., Katircioğlu, S. T., & Saeidpour, L. (2015). Economic growth, CO₂ emissions, and energy consumption in the five ASEAN countries. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 64, 785–791.
- Manulusi, M. R., Rahmatia, R., Madris, M., & Saudi, N. D. S. (2025). Environmental Kuznets Curve in ASEAN: Effects of growth, trade, renewable energy, and industrialization. *Advances in Economics, Business and Management Research*.

- Mu'min, M. S., Susilowati, I., Qudsyina, H., Wahyuni, H. A., Rismawati, S., Kusumawardhani, H. A., & Miah, M. R. (2023). Nexus between economic growth, renewable energy, industry value added and CO₂ emissions in ASEAN. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 24(2), 265–281.
- Mulyani, M., Hidayat, A. M., Tejaarief, B., Kenedi, K., & Agustini, A. W. (2025). The impact of renewable energy consumption on economic growth in seven ASEAN countries. *Marginal Journal of Management Accounting General Finance and International Economic Issues*, 5(1), 14–30.
- Priastiwi, D., & Fatmawati, A. (2026). Economic growth and carbon emissions: An ARDL panel study of 10 ASEAN countries. *Jurnal Ilmu Ekonomi*, 10(1), 72–82.
- Saboori, B., Sulaiman, J., & Mohd, S. (2012). Economic growth and CO₂ emissions in Malaysia: A cointegration analysis of the Environmental Kuznets Curve. *Energy Policy*, 51, 184–191.
- United Nations (UN). (2024). *UN Data and Population Statistics*. Retrieved from <https://data.un.org>
- Wang, S., Zhou, C., Li, G., & Feng, K. (2016). The relationship between economic growth, energy consumption, and CO₂ emissions. *Science of the Total Environment*, 542, 360–371.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data* (2nd ed.). MIT Press.
- World Bank. (2024). *World Development Indicators*. Retrieved from <https://www.worldbank.org>