

# Pengaruh Energi Terbarukan Terhadap Kualitas Lingkungan Di Negara ASEAN

Amelia Fitri<sup>1</sup>, Sri Ulfa Sentosa<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Negeri Padang, Indonesia

\*Korespondensi: [ameliafitri2511@gmail.com](mailto:ameliafitri2511@gmail.com), [sriulfasentosa1961@gmail.com](mailto:sriulfasentosa1961@gmail.com)

## Info Artikel

### Diterima:

25 Februari 2026

### Disetujui:

10 Maret 2026

### Terbit daring:

31 Maret 2026

## DOI :

## Sitasi :

Fitri, A & Sentosa, S.U. (2026).  
Pengaruh Energi Terbarukan  
Terhadap Kualitas Lingkungan Di  
Negara ASEAN

## Abstract :

*This study aims to determine the extent of the impact of renewable energy on environmental quality in ASEAN countries. This study uses secondary data sourced from the World Bank from 1990 to 2023 with research variables grouped into three parts, namely the dependent variable, which in this study is defined as environmental quality, and independent variables, namely renewable energy, as well as control variables used in this study, namely economic openness, urbanization, foreign direct investment (FDI), gross domestic product (GDP), and forest area. This study uses panel data regression analysis with a cross section of 7 countries in ASEAN and a time series from 1990 to 2023. The results show that renewable energy has a positive effect on environmental quality, as measured by carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emission levels. Therefore, it has the potential to reduce CO<sub>2</sub> emission levels in ASEAN countries.*

**Keywords:** Environmental Quality, Renewable Energy, Panel Data Regression

## Abstrak :

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauhmana pengaruh energi terbarukan terhadap kualitas lingkungan di Negara ASEAN. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersumber dari *World Bank* tahun 1990-2023 dengan variabel penelitian yang dikelompokkan menjadi tiga bagian yaitu variabel terikat yang pada penelitian ini ditetapkan sebagai kualitas lingkungan, dan variabel bebas yaitu energi terbarukan, serta variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian ini yaitu keterbukaan ekonomi, urbanisasi, *foreign direct investment* (FDI), produk domestik bruto (PDB), dan luas hutan. Penelitian ini menggunakan analisis regresi data panel dengan *cross section* 7 negara di ASEAN dan *times series* dari tahun 1990-2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa energi terbarukan berpengaruh positif terhadap kualitas lingkungan yang diukur dalam tingkat emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>). sehingga berpeluang mengurangi tingkat emisi CO<sub>2</sub> di negara ASEAN

**Kata Kunci :** Kualitas Lingkungan, Energi Terbarukan, Regresi Data Panel

**Kode Klasifikasi JEL :** C23, Q42, Q53, Q56

## PENDAHULUAN

Kualitas lingkungan secara umum merujuk pada keadaan atau kondisi lingkungan yang mengukur seberapa baik atau buruk suatu lingkungan dari perspektif kesehatan ekosistem dan manusia. Secara teoritis, sumber daya alam merangsang pertumbuhan ekonomi tetapi seringkali merusak lingkungan melalui ekstraksi dan eksploitasi, yang menyebabkan polusi udara, air, dan tanah, serta penipisan sumber daya (Tran dkk, 2023). Proses ekstraksi membutuhkan banyak energi, yang secara signifikan berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca (GRK). Revolusi industri yang dilakukan dalam skala besar telah mengakibatkan tingginya konsumsi bahan bakar fosil dan sehingga menimbulkan efek negatif yaitu adanya peningkatan emisi karbon yang begitu cepat, sehingga menyebabkan pemanasan global yang parah.

Meningkatnya ketergantungan pada bahan bakar fosil merupakan kontributor utama perubahan iklim melalui peningkatan emisi gas rumah kaca, khususnya karbon dioksida *International Energy Agency* (2022). Kualitas lingkungan dipengaruhi oleh berbagai faktor makroekonomi, yang menyoroti perlunya kebijakan lingkungan yang kuat. Berbagai aktivitas ekonomi dapat memberikan pengaruh buruk terhadap

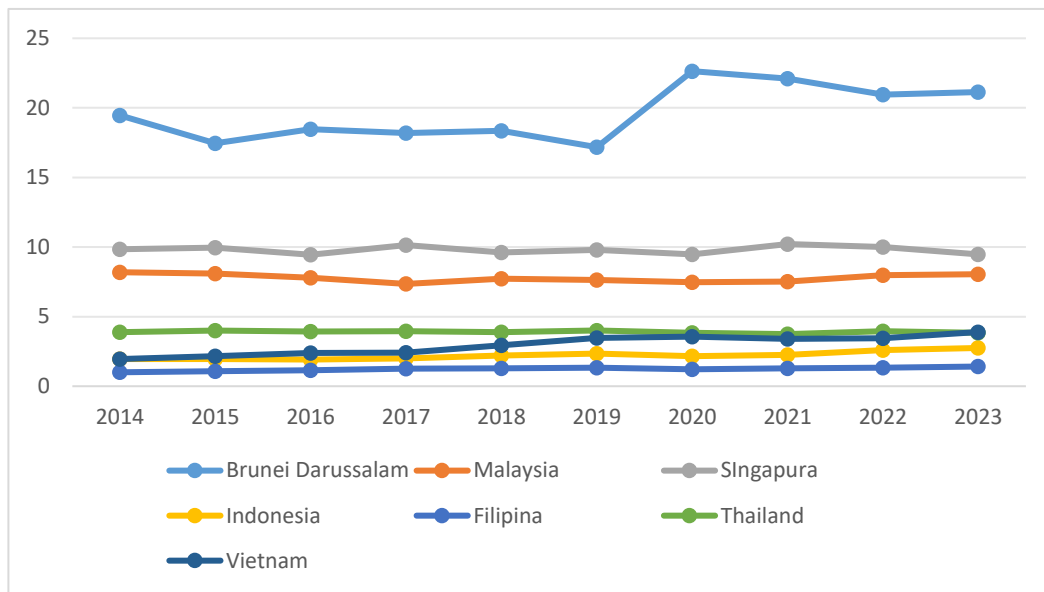
lingkungan, dan secara alamiah kegiatan manusia sehari-hari dapat menghasilkan Gas Rumah Kaca (GRK), dan akan mengalami peningkatan secara drastis yang disebabkan oleh majunya industri yang berbanding lurus dengan konsumsi energi, Sheikh Ali & Dhiif, (2025). Emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) sebagai kontributor utama dari Gas Rumah Kaca (GRK) adalah salah satu jenis emisi gas rumah kaca yang menjadi faktor utama timbulnya fenomena pemanasan global yang mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas hidup, kesehatan dan lingkungan, serta suhu bumi yang terus meningkat.

Kualitas lingkungan menjadi isu yang sangat penting diteliti karena lingkungan merupakan salah satu konsep penting dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs). Pembangunan ekonomi yang berjalan untuk meningkatkan kualitas dan keberlangsungan manusia tumbuh berbanding terbalik dengan kualitas lingkungan hidup. Lingkungan juga dianggap sebagai faktor yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi suatu negara. Kualitas lingkungan dapat diukur dengan tingkat emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>).

Kawasan ASEAN merupakan salah satu wilayah yang paling rentan terhadap dampak perubahan iklim sehingga memerlukan penerapan kebijakan mitigasi dan adaptasi iklim yang efektif. Kerentanan ini dipengaruhi oleh kondisi geografis yang beragam, termasuk wilayah pesisir, kepulauan, dan kawasan tropis yang sensitif terhadap perubahan suhu dan cuaca ekstrem. Berdasarkan laporan Germanwatch melalui *Global Climate Risk Index*, negara-negara seperti Indonesia, Malaysia, Thailand, dan Filipina tercatat sebagai bagian dari sepuluh negara di ASEAN yang paling terdampak oleh perubahan iklim. Selain itu, World Bank juga mengidentifikasi Vietnam sebagai salah satu dari negara yang berpotensi mengalami dampak paling serius akibat pemanasan global di masa mendatang.

Penurunan kualitas lingkungan terlihat dari terus meningkatnya pencemaran lingkungan oleh emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>). *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) melaporkan bahwa, konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer meningkat secara terus menerus sejak era pra-industri dan diprediksi akan menyebabkan terjadinya peningkatan suhu global yang signifikan jika tidak dikendalikan (IPCC, 2021). Sejalan dengan kondisi tersebut, data dari *Global Carbon Atlas* (2022) menunjukkan bahwa emisi karbon di kawasan ASEAN meningkat lebih dari dua kali lipat sejak tahun 2000, dengan Indonesia, Vietnam, dan Thailand sebagai kontributor utama.

Temuan ini diperkuat oleh laporan *International Energy Agency* (IEA) yang memproyeksikan bahwa emisi karbon di negara-negara tersebut cenderung mengalami peningkatan dalam beberapa dekade ke depan. Peningkatan emisi ini mengindikasikan bahwa proses pertumbuhan ekonomi di kawasan ASEAN belum sepenuhnya selaras dengan prinsip ekonomi hijau (*green economy*). Oleh karena itu, diperlukan penerapan strategi inovatif serta pengembangan teknologi ramah lingkungan untuk menekan emisi karbon tanpa menghambat laju pertumbuhan ekonomi.



Sumber : World Bank

**Gambar 1.1 Tren Emisi Karbon (tCO<sub>2</sub>e/capita) 7 Negara di ASEAN Tahun 2014 - 2023**

Berdasarkan Gambar 1.1, terlihat bahwa Brunei Darussalam tercatat sebagai negara dengan emisi karbon per kapita tertinggi pada periode 2014 - 2023. Pada tahun 2014, emisi karbon Brunei Darussalam berada di atas 15 tCO<sub>2</sub>e/capita dan mengalami fluktuatif, meskipun mengalami fluktuatif emisi karbon Brunei Darussalam tetap berada di atas 15 tCO<sub>2</sub>e/capita hingga tahun 2023. Hal tersebut menunjukkan adanya tingkat industrialisasi dan tingkat konsumsi energi fosil yang tinggi di negara tersebut. Singapura berada di posisi kedua tertinggi dalam tingkat emisi karbon per kapita. Emisi pada negara Singapura tren datanya relatif stabil sepanjang tahun 2014 hingga 2023. Hal ini menunjukkan indikator pada Singapura cenderung konstan tanpa perubahan ekstrem. Di Malaysia data emisi karbon tersebut terjadi fluktuatif, yang mana pada tahun 2014 sampai 2017 mengalami penurunan bertahap akan tetapi stabil pada tahun 2021 serta kembali naik pada tahun 2022 hingga 2023 yaitu berada di atas 5 tCO<sub>2</sub>e/capita. Hal tersebut disebabkan karena penyesuaian sektor industri dan manufaktur serta pemulihan ekonomi pasca pandemi. Sedangkan untuk negara Vietnam, Filipina, Thailand dan Indonesia berada pada level lebih rendah namun Vietnam dan Indonesia menunjukkan tren data peningkatan jangka panjang dan signifikan. Hal ini disebabkan karena adanya beberapa faktor seperti pertumbuhan industri dan manufaktur yang cepat serta peningkatan konsumsi energi dan industrialisasi.

Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, pengendalian emisi CO<sub>2</sub> menjadi indikator penting dalam menilai kualitas lingkungan suatu negara. Negara-negara di kawasan ASEAN menghadapi tantangan serius dalam menekan emisi karbon, seiring dengan pertumbuhan ekonomi, urbanisasi, dan peningkatan kebutuhan energi. Ketergantungan yang masih tinggi terhadap energi fosil menyebabkan emisi CO<sub>2</sub> di kawasan ini cenderung meningkat, meskipun tingkat dan polanya bervariasi antarnegara.

Perbedaan tingkat emisi CO<sub>2</sub> antarnegara ASEAN mencerminkan variasi struktur ekonomi, bauran energi, serta efektivitas kebijakan lingkungan yang diterapkan. Beberapa negara telah menunjukkan upaya penurunan intensitas emisi karbon, sementara negara lain masih mengalami peningkatan emisi akibat keterbukaan ekonomi yang cepat dan keterbatasan penerapan teknologi bersih. Kondisi ini

menegaskan bahwa kualitas lingkungan di kawasan ASEAN masih menghadapi tekanan yang signifikan dan memerlukan perhatian serius. Mengingat emisi CO<sub>2</sub> merupakan salah satu kontributor utama masalah di atas, para peneliti harus menekankan penyebab dan dampak mendasar dari kerusakan lingkungan dan pemanasan global dalam beberapa tahun mendatang

Dalam menghadapi berbagai tantangan lingkungan global, energi terbarukan dipandang sebagai solusi strategis untuk mengatasi krisis iklim. Pemanfaatan energi terbarukan telah semakin luas diterapkan di berbagai negara karena secara empiris terbukti mampu menurunkan emisi karbon yang merupakan faktor utama penyebab pemanasan global dan penurunan kualitas udara. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian terbaru oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change (2023)* yang menyatakan bahwa penggunaan sumber energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, biomassa, dan hidro memiliki kontribusi signifikan dalam mengurangi emisi CO<sub>2</sub> serta mendukung pencapaian pembangunan berkelanjutan.

Penelitian oleh Zafar et al. (2024) menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi energi terbarukan secara signifikan mampu menekan emisi CO<sub>2</sub> di negara berkembang dan maju melalui perbaikan struktur energi dan efisiensi teknologi ramah lingkungan. Berdasarkan data dari *International Energy Agency (IEA)*, konsumsi energi di ASEAN meningkat dua kali lipat sejak tahun 2000 dan diperkirakan akan terus bertambah secara signifikan hingga 2040. Sayangnya, lebih dari 80% kebutuhan energi ini masih bergantung pada bahan bakar fosil, terutama batu bara dan minyak bumi. Ketergantungan ini menyebabkan peningkatan emisi karbon secara signifikan.

Menurut prediksi Badan Energi Dunia *International Energy Agency-IEA* (Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral), diperkirakan tahun 2030, akan meningkat sebesar 45%, permintaan energi di seluruh dunia dengan rata-rata peningkatan sekitar 1,6% per tahun. Hal ini menjadi tuntutan yang terus bertambah seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi global. Meskipun kira-kira 80% terjadi peningkatan signifikan dalam kebutuhan energi, dari total kebutuhan energi dunia masih menggunakan oleh bahan bakar fosil. Ketergantungan yang tinggi terhadap energi fosil masih menjadi karakteristik utama negara-negara ASEAN. Data *International Energy Agency IEA, (2023)* menunjukkan bahwa mencapai lebih dari 80% dari total bauran energi, konsumsi energi fosil di kawasan ini. Sehingga berpengaruh terhadap peningkatan emisi karbon. Hal ini berdampak langsung terhadap kualitas lingkungan, terutama melalui tingginya emisi CO<sub>2</sub>, polusi udara, dan degradasi ekosistem. Studi oleh Zhang et al. (2023) menegaskan bahwa peningkatan proporsi energi terbarukan terbukti signifikan dalam menurunkan emisi karbon dan memperbaiki kualitas lingkungan, sehingga menjadi instrumen penting untuk mencapai pembangunan berkelanjutan.

Menurut IRENA (2021), pemanfaatan energi terbarukan secara konsisten dapat mengurangi ketergantungan pada energi fosil, menekan emisi karbon, sekaligus membuka peluang kerja baru di berbagai sektor. Dalam jangka panjang, transisi energi menuju sumber daya terbarukan tidak hanya berfungsi sebagai strategi mitigasi perubahan iklim, tetapi juga sebagai motor penggerak ekonomi berkelanjutan.

Selain energi terbarukan, kualitas lingkungan juga dipengaruhi oleh berbagai faktor ekonomi dan demografis. Oleh karena itu, penelitian ini mengendalikan beberapa variabel makroekonomi, yaitu keterbukaan ekonomi, urbanisasi, *foreign direct investment* (FDI), produk domestik bruto (PDB), dan luas hutan, yang dalam berbagai studi empiris diketahui memiliki keterkaitan dengan perubahan emisi CO<sub>2</sub>. Variabel-variabel tersebut dimasukkan sebagai variabel kontrol untuk memperoleh estimasi yang lebih akurat mengenai pengaruh energi terbarukan terhadap kualitas lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sejauh mana Pengaruh energi terbarukan terhadap kualitas lingkungan di Negara ASEAN, dengan mempertimbangkan heterogenitas spasial dan temporal pada periode 1990-2023. Melalui pendekatan kuantitatif dengan model ekonometrika yang tepat, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan pemahaman komprehensif mengenai hubungan kausalitas antar variabel dan memberikan rekomendasi kebijakan berbasis bukti untuk peningkatan kualitas lingkungan yang lebih efektif dan berkelanjutan di Negara ASEAN.

### **Teori *Environmental Kuznets Curve (EKC)***

*Environmental Kuznets Curve* menjadi landasan teoritis utama yang menjelaskan hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan degradasi lingkungan. Teori ini menyatakan bahwa pada tahap awal pembangunan ekonomi, kualitas lingkungan akan memburuk seiring dengan peningkatan pendapatan per kapita. Namun, setelah mencapai titik tertentu (*turning point*), peningkatan pendapatan justru akan memperbaiki kualitas lingkungan

Teori dasar ini didasarkan pada konsep *Environmental Kuznets Curve (EKC)*, yang menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi pada awalnya meningkatkan degradasi lingkungan, tetapi pada tahap selanjutnya dapat meningkat melalui kebijakan ramah lingkungan, (Almeida, D, 2024).

Beberapa penelitian telah menggunakan kerangka kerja kurva Kuznets lingkungan (EKC) untuk menganalisis variabel yang mempengaruhi emisi karbon, Wang, Q. dkk (2024). Hipotesis Kuznets menekankan bahwa negara-negara tidak cukup memperhatikan kebijakan perlindungan lingkungan pada fase awal ekspansi ekonomi. Namun, setelah pertumbuhan ekonomi mencapai puncaknya, konservasi lingkungan menjadi prioritas dalam inisiatif mereka

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif dan induktif. Analisis dalam penelitian ini menggunakan *Stata 17*, disertai dengan analisis statistik atau kuantitatif untuk menguji hipotesis. Sumber data penelitian ini berasal dari *World Bank* dan *Our World In Data*. Penelitian ini menggunakan data panel, dengan fokus pada 7 negara di ASEAN sebagai data cross-section dan time series dari tahun 1990 hingga 2023.

Analisis dilakukan dengan pendekatan data panel dengan persamaan sebagai berikut ini:

$$\text{LogKL}_{it} : \beta_0 + \beta_1 \text{LogET}_{it} + \beta_2 \text{KE}_{it} + \beta_3 \text{U}_{it} + \beta_4 \text{FDI}_{it} + \beta_5 \text{LogPDB}_{it} + \beta_6 \text{LH}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Dimana KL adlah Kualitas Lingkungan, ET adalah Energi Terbarukan, KE adalah Keterbukaan Ekonomi, U adalah Urbanisasi, FDI adalah *Foreign Direct Investment*, PDB adalah Produk Domestik Bruto, LH adalah Luas Hutan,  $\beta_0$  adalah Konstanta,  $i$  adalah menunjukkan wilayah,  $t$  adalah menunjukkan waktu,  $\varepsilon$  adalah *error term*

Sebelum estimasi dilakukan, terlebih dahulu ditentukan model panel data terbaik melalui beberapa uji pemilihan model. Uji Chow digunakan untuk membandingkan model common effects dengan fixed effects, uji Hausman untuk membandingkan model fixed effects dan random effects. Jika model yang terpilih adalah fixed effects atau common effects, maka dilakukan uji asumsi klasik. Selanjutnya, dilakukan uji t untuk menganalisis pengaruh parsial masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen, uji F untuk melihat pengaruh simultan, serta analisis koefisien determinasi untuk mengetahui sejauh mana variasi pada variabel dependen dapat dijelaskan oleh model

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Deskriptif

**Tabel 1.2 Deskriptif Statistik Data Panel**

Variabel	Mean	Max	Min	Std. Dev
LogKL	4,51064	5,476463	0,6931472	0,9161723
LogET	4,51064	5,476463	0,6931472	0,9161723
KE	119,5	238	1	68,84887
U	88,85714	205	1	65,39839
FDI	119,5	238	1	68,84887
LogPDB	4,51064	5,476463	0,6931472	0,9161723
LH	92,46639	204	1	60,49777

*Sumber : output stata data diolah, 2026*

Berdasarkan statistik deskriptif yang ditampilkan, data penelitian menunjukkan karakteristik yang cukup beragam antarvariabel. Variabel kualitas lingkungan, energi terbarukan, dan produk domestik bruto, memiliki nilai rata-rata yang sama, yaitu sebesar 4,51064, dengan nilai maksimum 5,476463 dan minimum 0,6931472. Kesamaan ini menunjukkan bahwa ketiga variabel tersebut kemungkinan berasal dari transformasi logaritma natural dengan skala dan rentang data yang serupa. Standar deviasi ketiganya juga sama, yakni 0,9161723, yang mengindikasikan tingkat penyebaran data yang relatif moderat di sekitar nilai rata-ratanya, sehingga variasi antarobservasi tidak terlalu ekstrem.

Sementara itu, variabel Keterbukaan ekonomi dan *foreign direct investment* memiliki nilai rata-rata yang sama sebesar 119,5, dengan nilai maksimum mencapai 238 dan minimum 1. Standar deviasi kedua variabel ini sebesar 68,84887, yang menunjukkan adanya variasi data yang cukup besar antarobservasi. Hal ini mengindikasikan bahwa distribusi data Keterbukaan ekonomi dan *foreign direct investment* relatif menyebar dan tidak terkonsentrasi pada satu nilai tertentu.

Variabel urbanisasi memiliki nilai rata-rata sebesar 88,85714, dengan nilai maksimum 205 dan minimum 1, serta standar deviasi 65,39839. Nilai standar deviasi yang cukup tinggi ini menunjukkan bahwa data variabel urbanisasi juga memiliki tingkat variasi yang besar, mencerminkan perbedaan kondisi yang cukup signifikan antarunit pengamatan.

Adapun variabel luas hutan memiliki nilai rata-rata 92,46639, nilai maksimum 204, dan nilai minimum 1, dengan standar deviasi sebesar 60,49777. Nilai tersebut menunjukkan bahwa meskipun rata-rata luas hutan berada pada tingkat menengah, data tersebar cukup luas, yang menandakan adanya ketimpangan atau perbedaan yang cukup besar antarobservasi dalam variabel ini.

Secara keseluruhan, statistik deskriptif ini menunjukkan bahwa variabel yang berbentuk logaritma memiliki pola dan sebaran data yang relatif homogen, sedangkan variabel dalam bentuk lain menunjukkan variasi data yang lebih tinggi, sehingga berpotensi memberikan pengaruh yang beragam dalam analisis lanjutan.

**Analisis Induktif****Tabel 1.3 (Hasil Uji Pemilihan Model)**

Uji Panel	F Stat	Chi Stat	P Value	Kesimpulan
Uji Chow	28,35		0,0000	Fixed Effect lebih sesuai dibandingkan Common Effect
Uji Hausman		361,86	0,0000	Fixed Effect lebih sesuai dibandingkan Random Effect

*Sumber: hasil olahan data Stata 17, 2026*

Berdasarkan hasil uji pemilihan model, model yang paling sesuai adalah fixed effects. Uji asumsi klasik menggunakan uji multikolinearitas menunjukkan tidak adanya multikolinearitas dengan nilai VIF sebesar 1,13, yang tidak melampaui batas umum 10. Hal ini mencerminkan bahwa hubungan antar variabel independen cukup bebas satu sama lain dan tidak saling mempengaruhi secara linear yang tinggi.

Selanjutnya menggunakan uji asumsi klasik yang menggunakan uji heteroskedastisitas yang menunjukkan adanya masalah heteroskedastisitas dapat dikatakan bahwa terjadi heteroskedastisitas di antara variabel bebas dan *error term*. Hal ini dapat dilihat dari nilai probabilitas  $0,0000 < 0,05$

**Tabel 1.4 Hasil Estimasi *Fixed Effect Model***

Variables	Coefficient	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
LogET	0,1066	0,0414	2,57	0,011	0,0250 0,1883	
KE	-0,0025	0,0006	-3,85	0,000	-0,0038 -0,0012	
U	0,0077	0,0013	5,83	0,000	0,0051 0,0103	
FDI	0,0003	0,0006	0,58	0,560	-0,0008 0,0015	
LogPDB	0,1099	0,0412	2,67	0,008	0,0286 0,1913	
LH	0,0076	0,0017	4,51	0,000	0,0043 0,0110	
_cons	2,3938	0,3215	7,44	0,000	1,7601 3,0275	
F (6, 225) = 28,35			Prob > F = 0.0000			

*Sumber: hasil olahan data Stata 17, 2026*

Pada uji regresi panel ini digunakan untuk melihat pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat, dalam penelitian ini melihat pengaruh energi terbarukan dan 5 variabel kontrol yang juga digunakan untuk menghindari estimasi hasil yang bias yaitu keterbukaan ekonomi, urbanisasi, *foreign direct investment* (FDI), produk domestik bruto (PDB), dan luas hutan terhadap kualitas lingkungan. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan aplikasi olah data stata 17 dengan jumlah data sebanyak 238 observasi. Berdasarkan estimasi regresi panel dengan menggunakan pendekatan *fixed effect model*.

Berdasarkan hasil estimasi pada Tabel 1.4 hasil pengolahan data sekunder dengan menggunakan stata17 diperoleh persamaan regresi panel sebagai berikut :

$$\log KL_{it} = 2,3938 + 0,1066\log ET - 0,0025KE + 0,0077U + 0,0003FDI + 0,1099\log PDB + 0,0076LH \quad (2)$$

Berdasarkan persamaan di atas menunjukkan bahwa variabel energi terbarukan (ET) memiliki pengaruh positif terhadap kualitas lingkungan dengan koefisien regresi sebesar 0,1066. Hal ini berarti apabila energi terbarukan (ET) meningkat sebanyak 1%, maka kualitas lingkungan (KL) akan meningkat sebesar 0,1066%, dengan asumsi *ceteris paribus*.

### **Pengaruh Energi Terbarukan Terhadap Kualitas Lingkungan**

Berdasarkan dari hasil analisis data dan pengujian hipotesis yang telah dilakukan dalam penelitian ini dapat diketahui bahwa energi terbarukan memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap kualitas lingkungan di Negara ASEAN. Artinya peningkatan energi terbarukan cenderung mengurangi emisi CO<sub>2</sub> sehingga diikuti dengan peningkatan kualitas lingkungan. Secara kuantitatif, koefisien regresi sebesar 0,1066 menunjukkan bahwa setiap peningkatan kontribusi energi terbarukan berpengaruh terhadap kualitas lingkungan yang akan menurunkan tingkat emisi CO<sub>2</sub> sebesar 0,1066 satuan, dengan asumsi variabel lain tetap konstan. Temuan ini mendukung hipotesis awal yang menyatakan bahwa peningkatan penggunaan energi terbarukan berkorelasi dengan perbaikan kualitas lingkungan yang artinya variabel energi terbarukan berpengaruh signifikan terhadap pengurangan emisi CO<sub>2</sub> di Negara ASEAN

Dari perspektif ekonometrik, koefisien negatif signifikan pada variabel energi terbarukan menandakan hubungan kausal yang kuat antara peningkatan penggunaan energi bersih dan penurunan emisi CO<sub>2</sub>. Ini berarti bahwa kebijakan yang mendorong transisi ke energi terbarukan tidak hanya memberikan manfaat jangka panjang dalam keamanan energi, tetapi juga memberikan dampak langsung terhadap lingkungan melalui peningkatan kualitas lingkungan

Hasil penelitian ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh menurut Van, dkk. (2023), mereka menyatakan energi terbarukan dan kualitas lingkungan berpengaruh positif dan penggunaan energi terbarukan berpotensi meningkatkan kualitas lingkungan karena kemampuannya dalam mengurangi emisi CO<sub>2</sub>.

Hasil tersebut juga relevan bila dikaji dalam kerangka teori *Environmental Kuznets Curve (EKC)*. Teori EKC menyatakan bahwa terdapat hubungan berbentuk kurva U-terbalik antara pendapatan per kapita dan degradasi lingkungan. Artinya, pada tahap awal pertumbuhan ekonomi, peningkatan pendapatan sering disertai dengan meningkatnya polusi dan emisi. Namun, setelah mencapai tingkat pendapatan tertentu (*turning point*), kualitas lingkungan akan membaik seiring dengan peningkatan kemampuan negara untuk berinvestasi dalam teknologi bersih, kebijakan lingkungan, dan kesadaran masyarakat terhadap isu lingkungan.

Negara-negara di ASEAN umumnya berada pada fase transisi dari tahap awal ke arah *turning point* EKC. Di tahap ini, tekanan terhadap lingkungan akibat aktivitas ekonomi masih tinggi, namun upaya perbaikan mulai terlihat, salah satunya melalui konsumsi energi terbarukan. Penggunaan energi terbarukan memungkinkan negara berkembang untuk melompat dari lintasan polusi tinggi ke lintasan pembangunan rendah karbon, sehingga memperpendek lintasan EKC dan mempercepat pencapaian *turning point*. Dalam hal ini, energi terbarukan bukan hanya berfungsi sebagai penyedia energi, tetapi juga sebagai alat transformatif dalam pembangunan berkelanjutan dan pengendalian emisi CO<sub>2</sub>.

### **SIMPULAN**

Berdasarkan analisis model regresi data panel menggunakan *Fixed Effect Model* dan pembahasan hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan bahwa Energi Terbarukan (ET) memiliki pengaruh signifikan dan positif terhadap kualitas lingkungan di Negara ASEAN, Keterbukaan Ekonomi (KE) memiliki pengaruh signifikan dan negatif terhadap kualitas lingkungan di Negara ASEAN, Urbanisasi (U) memiliki pengaruh signifikan dan positif

terhadap kualitas lingkungan di Negara ASEAN, *Foreign direct investment* (FDI) memiliki pengaruh tidak signifikan dan positif terhadap kualitas lingkungan di Negara ASEAN, Produk Domestik Bruto (PDB) memiliki pengaruh signifikan dan positif terhadap kualitas lingkungan di Negara ASEAN, Luas Hutan (LH) memiliki pengaruh signifikan dan positif terhadap kualitas lingkungan di Negara ASEAN

## DAFTAR RUJUKAN

- Almeida, D. (2024). Environmental Kuznets Curve and sustainable economic development. *Journal of Environmental Economics*, 11(2), 120–134.
- El Massaoudi, E. M. (2024). Economic growth, trade openness and renewable energy: An empirical investigation of the environmental Kuznets curve in Morocco. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences (PJLSS)*, 22(2), 17853–17866. <https://doi.org/10.57239/pjlss-2024-22.2.001302>
- Global Carbon Atlas. (2022). CO<sub>2</sub> emissions.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Cambridge University Press
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate Change 2023: Mitigation of Climate Change (Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report)*. Cambridge University Press
- International Energy Agency (IEA). (2022). *World Energy Outlook 2022*.
- IRENA. (2021). Renewable energy and jobs. *International Renewable Energy Agency*.
- Maji, I. K., & Adamu, S. (2021). The impact of renewable energy consumption on sectoral environmental quality in Nigeria. *Cleaner Environmental Systems*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2021.100009>
- Mahmood, H., et al. (2022). Economic openness and environmental degradation: Nonlinear evidence from emerging economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 4450–4465.
- OECD. (2024). Green investment and environmental outcomes in developing Asia. *Organisation for Economic Co-operation and Development*.
- Omar Almajali, I., Husain Ahmed, A., Alhayky, A., & Abdelhalim Ibrahim Alsakarneh, R. (2024). Investigating the Effect of Renewable Energy Utilization and Trade Openness Towards the Economic Growth and Environmental Quality in South Asia: A Comparative Study for South Asian Countries. *Journal of Policy Research*, 10(2), 259–270. <https://doi.org/10.61506/02.00231>
- Our world in data (2024). *Energy Use Per Person*
- Qiang W., Yuanfan L., & Rongrong L. (2024). Rethinking the environmental Kuznets curve hypothesis across 214 countries: the impacts of 12 economic, institutional, technological, resource, and social factors. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(292)
- Sheikh Ali, A., & Dhiif, M. (2025). Macroeconomic factors, energy consumption and greenhouse gas emissions: Evidence from developing countries. *Environmental Science and Pollution Research*

- Sugiyono.(2022). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Kombinasi (Mixed Methods). Bandung: Alfabeta
- Tran, T. Yu-Te, T., Gia L. ,Trung K., Nguyen H. (2023). Impact of natural resources extraction and energy consumption on the environmental sustainability in ASEAN countries, *Resources Policy*, 85, 103713
- World Bank. (2025). Carbon Intensity of GDP (Kg CO<sub>2</sub> per constant 2015 US\$ of GDP). Foreign direct investment, net inflows ( % of GDP).Trade (% of GDP). Urban Population (% Of Total Population ). GDP per Capita (constant 2015 US dollar). Forest Area (% Of land area). *World Bank : World development indicators*
- Zafar, M. W., Zaidi, S. A. H., Khan, M. K., & Hou, F. (2024). *Renewable energy consumption and carbon emissions: Evidence from developed and developing countries*. *Renewable Energy*, 219, 119–130.
- Zhang, Y.,Ilyas, M., Mu, Z., Akhtar, S., Hassan, H., Shahzad, K., Aslam, B.,& Maqsood, S.(2024). Renewable energy, economic development, energy consumption and its impact on environmental quality: New evidence from South East Asian countries. *Renewable Energy*, 223, 1190961