

Analisis Kurva EKC: Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Teknologi, Rumah Tangga, dan Pembangunan Jalan terhadap Kualitas Lingkungan di Indonesia

Nadia Sukma Ayu¹, Wenny Restikasari²

^{1,2}Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

E-mail: nadind901@gmail.com¹, wennyrestikasari@unesa.ac.id²

Article History:

Received: 09 Februari 2026

Revised: 02 Maret 2026

Accepted: 10 Maret 2026

Keywords: Pertumbuhan Ekonomi; Teknologi; Kelayakan Rumah Tangga; Infrastruktur Jalan; Lingkungan Hidup

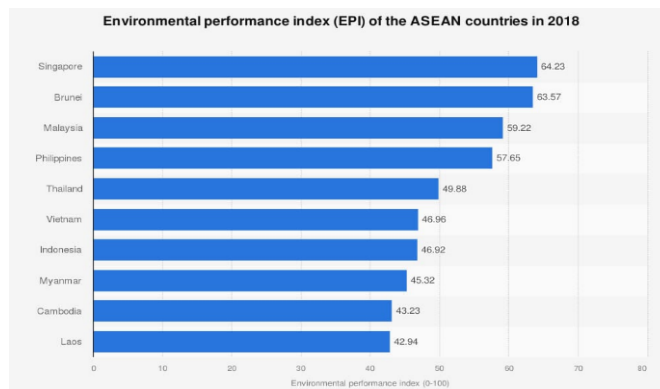
Abstract: Penelitian ini menganalisis hubungan antara Pertumbuhan Ekonomi, Indeks Pembangunan Teknologi Informasi dan Komunikasi (IP-TIK), Kelayakan Rumah Tangga, dan Infrastruktur Jalan terhadap Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) di Indonesia. Data panel 34 provinsi periode 2017 - 2024 digunakan dari sumber utama dari BPS, KLHK, dan PUPR, serta dianalisis menggunakan regresi data panel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi berpengaruh positif signifikan terhadap IKLH sehingga hipotesis Environmental Kuznets Curve (EKC) terbukti. IP-TIK, Kelayakan Rumah Tangga dan Infrastruktur Jalan berdampak positif signifikan terhadap kualitas lingkungan, ini mengindikasikan bahwa peningkatan kualitas lingkungan dapat dicapai seiring dengan pertumbuhan ekonomi apabila didukung oleh pembangunan teknologi, perbaikan kondisi permukiman, serta penyediaan infrastruktur yang memadai.

PENDAHULUAN

Pembangunan ekonomi yang berkelanjutan memiliki keterkaitan yang erat dengan kualitas lingkungan hidup. Lingkungan yang berkualitas berperan penting dalam mendukung kesehatan masyarakat, keberlanjutan sumber daya alam, serta stabilitas aktivitas ekonomi dalam jangka panjang. Di Indonesia, kualitas lingkungan hidup diukur melalui Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH), yang merupakan indikator komposit resmi yang terdiri atas Indeks Kualitas Udara (IKU), Indeks Kualitas Air (IKA), dan Indeks Tutupan Lahan (IKTL). IKLH digunakan oleh pemerintah sebagai instrumen evaluasi kondisi serta kinerja pengelolaan lingkungan hidup secara nasional (KLHK, 2024).

Dalam periode 2017-2024, nilai IKLH Indonesia menunjukkan tren peningkatan, dengan capaian tertinggi pada tahun 2024 dan nilai terendah pada tahun 2018. Peningkatan ini mengindikasikan adanya perbaikan kualitas lingkungan hidup secara nasional. Namun demikian, capaian tersebut perlu ditelaah secara lebih kritis. Di tengah upaya pembangunan yang terus berlangsung, tekanan terhadap sumber daya alam, emisi gas rumah kaca, serta perubahan tata guna lahan tetap menjadi isu yang signifikan. Laporan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menunjukkan bahwa peningkatan IKLH secara nasional tidak selalu diikuti oleh perbaikan yang merata pada kualitas air dan tutupan lahan di berbagai provinsi, yang masih menghadapi tekanan

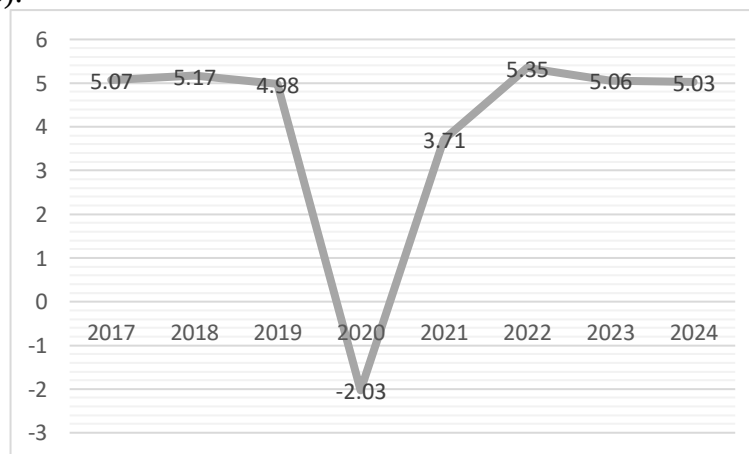
akibat alih fungsi lahan, aktivitas industri, dan pembangunan infrastruktur (KLHK, 2023). Hal ini menegaskan bahwa perbaikan kualitas lingkungan tidak dapat dipahami semata-mata sebagai capaian agregat nasional, tetapi perlu dilihat dalam konteks dinamika wilayah.



Gambar 1. Environmental Performance Index ASEAN

Secara internasional, capaian kualitas lingkungan Indonesia juga masih relatif tertinggal. Berdasarkan Environmental Performance Index (EPI) yang disusun oleh Yale University dan Columbia University, kinerja lingkungan Indonesia berada di bawah beberapa negara dengan tingkat pembangunan ekonomi yang relatif sebanding, seperti Malaysia, Thailand, dan Vietnam. Sementara itu, negara-negara maju seperti Jepang dan Korea Selatan mampu mempertahankan kualitas lingkungan yang lebih tinggi meskipun memiliki tingkat industrialisasi dan aktivitas ekonomi yang intensif (Wolf et al., 2024). Perbandingan ini menunjukkan bahwa peningkatan kualitas lingkungan tidak hanya ditentukan oleh tingkat pertumbuhan ekonomi, tetapi juga oleh efektivitas pemanfaatan teknologi dan integrasi kebijakan pembangunan dengan perlindungan lingkungan.

Pertumbuhan ekonomi merupakan pendorong utama pembangunan di Indonesia. Sebagai salah satu negara berkembang dengan perekonomian terbesar di Asia Tenggara, Indonesia dalam beberapa tahun terakhir mencatat pertumbuhan ekonomi yang relatif stabil di kisaran 5 persen per tahun, yang didorong oleh konsumsi domestik, investasi, dan aktivitas perdagangan (World Bank, 2024). Seiring dengan pertumbuhan tersebut, Indonesia juga mengalami transformasi struktural yang ditandai oleh meningkatnya urbanisasi, industrialisasi, serta adopsi teknologi digital dalam berbagai sektor ekonomi, yang berperan dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas nasional (Bank Indonesia, 2023).



Gambar 2. Pertumbuhan PDB 2017-2024

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan salah satu indikator makro yang umum digunakan untuk menilai capaian pembangunan ekonomi, karena mencerminkan kapasitas produksi barang dan jasa di suatu wilayah (BPS, 2016). Pertumbuhan PDRB Indonesia pada periode 2017-2024 menunjukkan pola yang fluktuatif, dengan fase ekspansi, perlambatan, dan pemulihan yang dipengaruhi oleh dinamika pandemi COVID-19. Penurunan signifikan pada tahun 2020 mencerminkan guncangan besar terhadap aktivitas ekonomi nasional, yang tidak hanya berdampak pada output ekonomi, tetapi juga mengubah pola konsumsi, mobilitas, dan adopsi teknologi, yang seluruhnya memiliki implikasi terhadap kualitas lingkungan. Setelah tahun 2021, perekonomian Indonesia kembali menunjukkan tren pemulihan dan pertumbuhan positif hingga 2024. Namun, dinamika pertumbuhan ekonomi tersebut tidak terlepas dari tantangan keberlanjutan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa ekspansi ekonomi yang tidak disertai dengan tata kelola pembangunan yang berkelanjutan cenderung meningkatkan tekanan terhadap lingkungan, seperti polusi udara, penurunan kualitas air, dan berkurangnya tutupan lahan (Hunjra et al., 2024). Spratt (2019) memperkirakan bahwa pada tahun 2050 dunia berpotensi menghadapi krisis lingkungan berskala besar, yang ditandai oleh keterbatasan air bersih, penurunan kualitas udara, peningkatan kebutuhan sumber daya alam akibat pertumbuhan populasi, serta pencairan es di wilayah kutub yang berimplikasi pada kenaikan permukaan air laut. Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan wilayah pesisir yang luas, termasuk negara yang sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim tersebut.

Sejalan dengan kondisi tersebut, arah pembangunan di Indonesia juga didasari oleh komitmen terhadap agenda global Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya tujuan yang berkaitan dengan penanganan perubahan iklim, pembangunan infrastruktur berkelanjutan, serta pengembangan kota dan permukiman yang berkelanjutan. Dalam kerangka ini, pembangunan ekonomi diharapkan tidak hanya berorientasi pada pertumbuhan, tetapi juga pada keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan sosial.

Kemajuan teknologi dan digitalisasi menjadi salah satu instrumen penting dalam mendukung agenda pembangunan berkelanjutan. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi energi, mendukung sistem transportasi cerdas, serta memperkuat pengelolaan dan pemantauan lingkungan berbasis data. Namun demikian, ekspansi ekonomi digital juga menimbulkan konsekuensi berupa peningkatan konsumsi energi listrik, pertumbuhan kendaraan bermotor, dan peningkatan aktivitas produksi, yang berpotensi menambah tekanan lingkungan apabila tidak dikelola secara bijak. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana interaksi antara pertumbuhan ekonomi, digitalisasi, dan tekanan lingkungan berlangsung di Indonesia.

Secara teoretis, hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan kualitas lingkungan sering dijelaskan melalui Environmental Kuznets Curve (EKC), yang menyatakan bahwa degradasi lingkungan cenderung meningkat pada tahap awal pembangunan ekonomi, namun menurun setelah mencapai tingkat pendapatan tertentu seiring dengan adopsi teknologi ramah lingkungan dan penguatan regulasi (Dogan & Seker, 2016). Meskipun demikian, temuan empiris terkait hipotesis EKC masih menunjukkan hasil yang beragam. Beberapa penelitian mendukung keberadaan pola non-linear tersebut, sementara penelitian lain menemukan bahwa pertumbuhan ekonomi tetap berkontribusi terhadap peningkatan emisi karbon dalam jangka panjang (Shahbaz et al., 2018; Kostakis, 2024).

Selain pertumbuhan ekonomi, perkembangan teknologi digital memiliki peran ganda terhadap kualitas lingkungan. Di satu sisi, digitalisasi dapat meningkatkan efisiensi energi,

mengoptimalkan rantai pasok, serta mendukung pemantauan lingkungan secara real time (Salahuddin et al., 2016). Di sisi lain, penggunaan pusat data, perangkat digital, dan jaringan telekomunikasi meningkatkan konsumsi energi listrik serta emisi karbon tambahan (Belkhir & Elmeligi, 2018). Sejumlah penelitian terbaru menunjukkan bahwa ekonomi digital berpotensi menekan degradasi lingkungan apabila didukung oleh kebijakan hijau dan pemanfaatan teknologi cerdas (Li & Yang, 2025; Rehman et al., 2023). Faktor demografis, khususnya rumah tangga, juga berperan penting dalam menentukan tingkat tekanan terhadap lingkungan. Pertumbuhan jumlah rumah tangga biasanya diikuti oleh peningkatan kebutuhan energi, air, transportasi pribadi, serta produksi limbah domestik, yang berkontribusi terhadap penurunan kualitas lingkungan (Khan et al., 2021). Studi di Tiongkok menunjukkan bahwa urbanisasi yang disertai peningkatan jumlah rumah tangga berkontribusi signifikan terhadap peningkatan emisi karbon, terutama melalui konsumsi energi rumah tangga dan penggunaan kendaraan pribadi (Wang et al., 2018). Selain itu, Din et al. (2022) menegaskan bahwa struktur dan aktivitas rumah tangga menjadi mekanisme penting yang menghubungkan penggunaan transportasi jalan dengan perubahan kualitas lingkungan. Pembangunan infrastruktur transportasi, khususnya jalan, juga memiliki dampak yang bersifat ambivalen. Di satu sisi, pembangunan jalan meningkatkan konektivitas dan mendorong pertumbuhan ekonomi. Namun, di sisi lain, ekspansi jaringan jalan berpotensi memicu fragmentasi habitat, perubahan tata guna lahan, serta peningkatan emisi dari sektor transportasi (Din et al., 2022). Dalam konteks Indonesia, Setiawan et al. (2022) menunjukkan bahwa pertumbuhan PDRB dan pembangunan infrastruktur masih memberikan tekanan terhadap kualitas lingkungan yang tercermin dari fluktuasi IKLH.

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan kualitas lingkungan, sebagian besar studi masih berfokus pada indikator emisi karbon dan belum mengintegrasikan peran digitalisasi, kondisi rumah tangga, serta pembangunan infrastruktur jalan dalam satu kerangka analisis yang komprehensif. Penelitian yang secara simultan menganalisis pengaruh pertumbuhan ekonomi, digitalisasi, kelayakan rumah tangga, dan infrastruktur jalan terhadap kualitas lingkungan di Indonesia juga masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut dengan menggunakan data panel antarprovinsi dan indikator lingkungan yang lebih komprehensif, yaitu Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH), guna memberikan gambaran empiris yang lebih menyeluruh mengenai dinamika pembangunan dan keberlanjutan lingkungan di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data panel, yang merupakan gabungan antara data runtun waktu (time series) dengan data silang (cross section), terdiri dari 34 provinsi dan rentang waktu 8 tahun dari tahun 2017 sampai 2024. Faktor-faktor yang diteliti meliputi pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Indeks Pembangunan Teknologi dan Informasi, Kelayakan Rumah Tangga, dan Infrastruktur Jalan berdasarkan provinsi terhadap Indeks Kualitas Lingkungan Hidup provinsi di Indonesia.

Metode pengambilan data menggunakan sumber data sekunder. Data dari penelitian ini dikumpulkan dari website Badan Pusat Statistik (BPS), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, dan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak stata dan model statistik yang digunakan adalah model statis yang digunakan untuk menganalisis data yang terdiri dari beberapa unit observasi (seperti individu, perusahaan, atau negara) yang diamati selama beberapa periode waktu.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Simbol	Satuan/ Indikator	Sumber Data
Kualitas Lingkungan Hidup	IKLH	Indeks (0–100)	KLHK
Pertumbuhan Ekonomi	<i>GROWTH</i>	Persentase (%)	BPS
Pertumbuhan Ekonomi Kuadrat	<i>GROWTH</i> ²	Persentase kuadrat	BPS (diolah)
Infrastruktur Digital	IP-TIK	Indeks (0–10)	BPS
Kelayakan Rumah Tangga	<i>DENS</i>	Persentase (%)	BPS
Infrastruktur Jalan	<i>ROAD</i>	Persentase (%)	Kemen PUPR

Perumusan model penelitian ini menggunakan bantuan perangkat lunak stata dengan analisis regresi Uji Chow dan Hausman. Menurut Gujarati dan Porter (2012), uji Chow digunakan untuk menentukan apakah model Common Effect Model (CEM) atau Fixed Effect Model (FEM) lebih sesuai dalam analisis data panel. Sementara itu, berdasarkan (Gujarati & Porter, 2009) uji Hausman berfungsi untuk membandingkan model Random Effect Model (REM) dengan Fixed Effect Model (FEM) guna memperoleh model yang paling tepat dalam proses estimasi. Keputusan mengenai model yang dipilih didasarkan pada hasil regresi serta nilai estimasi dari variabel-variabel yang dianalisis. Setelah meregresi diperoleh hasil estimasi dari variabel yang digunakan sebagai berikut.

$$IKLH_{it} = \beta_0 + \beta_1 GROWTH_{it} + \beta_2 GROWTH_{it}^2 + \beta_3 IPTIK_{it} + \beta_4 DENS_{it} + \beta_5 ROAD_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Variabel dependen adalah IKLH atau Indeks Kualitas Lingkungan Hidup(persen), variabel independen yang pertama adalah *GROWTH* atau Pertumbuhan Ekonomi (persen) , variabel independen kedua adalah *GROWTH*² atau Pertumbuhan Ekonomi (kuadrat), variabel independen ketiga adalah IP-TIK atau Indeks Pembangunan Teknologi dan Informasi (skala 1-10), variabel independen keempat adalah *DENS* atau Kelayakan Rumah Tangga (persen) dan variabel independen kelima adalah *ROAD* atau Infrastruktur Jalan (km), β_0 merupakan konstanta, β_{1-5} merupakan koefisien, ε adalah error term dalam proses regresi, *i* merupakan cross section, dan *t* merupakan waktu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan data panel dari 34 provinsi di Indonesia dalam kurun waktu 2017 - 2024. Variabel utama yang dianalisis adalah Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) sebagai variabel dependen. Variabel independennya meliputi Pertumbuhan Ekonomi, Pertumbuhan Ekonomi kuadrat, Infrastruktur Teknologi dan Informasi, Kelayakan Rumah Tangga, serta Infrastruktur Jalan. Berikut merupakan tabel deskripsi variabel penelitian yang telah diolah dengan menggunakan stata 14.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Data Penelitian

Variables	Units	Obs	Mean	Std.Dev.	Min	Max
-----------	-------	-----	------	----------	-----	-----

IKLH	Skala indeks 1-100	272	71.481	7.967	35.780	91.500
<i>GROWTH</i>	Persen	272	1.586	0.468	-2.407	3.132
<i>GROWTH</i> ²	Persen	272	0.468	2.737	0.068	9.814
IPTIK	Skala indeks 1-10	272	5.576	0.812	3.220	7.880
<i>DENS</i>	Persen	272	68.697	18.381	26.160	99.490
ROAD	Kilometer	272	402.711	304.204	24.040	1548.540

Berdasarkan hasil statistik deskriptif (Tabel), penelitian ini menggunakan 170 observasi dari periode dan wilayah yang telah ditentukan. Nilai rata-rata (mean) dan median variabel yang diuji lebih tinggi daripada standar deviasi menunjukkan bahwa sebaran data tidak terlalu jauh dari pusat distribusi, ini sesuai prinsip statistik deskriptif yang menyatakan bahwa ukuran penyebaran (standard deviation) membantu memahami bagaimana data menyebar di sekitar nilai tengah (mean atau median) (West Georgia, *Describing Distributions with Numbers; Learning Statistics With R*).

Sebelum memulai regresi, langkah pertama adalah melakukan pengujian untuk menentukan model estimasi yang paling sesuai. Proses pengujian ini membantu dalam pemilihan model yang akan digunakan, dengan melakukan serangkaian pengujian uji *chow* dan uji *hausman* sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Chow dan Uji Hausman

Uji Model	Nilai Prob Chi Square	Pemilihan Model
Uji Chow	0.000 < 0.05	<i>Fixed Effect Model</i>
Uji Hausman	0.000 < 0.05	<i>Fixed Effect Model</i>

Berdasarkan tabel di atas hasil uji *Chow* menunjukkan nilai probabilitas Chi-Square sebesar 0.0000, yang lebih kecil daripada taraf signifikansi 5 persen. Hasil ini mengindikasikan bahwa hipotesis nol (H_0), yaitu penggunaan model Common Effect, ditolak. Dengan demikian, model yang lebih sesuai dan terpilih adalah *Fixed Effect Model* (FEM). Selanjutnya, dilakukan uji *Hausman* untuk membandingkan antara model *Random Effect* dan *Fixed Effect*. Hasil uji tersebut juga menghasilkan probabilitas Chi-Square sebesar $0.0000 < 0.05$, sehingga hipotesis nol (H_0) kembali ditolak. Berdasarkan kedua pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa model terbaik dan paling sesuai digunakan dalam penelitian ini adalah *Fixed Effect Model* (FEM).

Pengujian asumsi klasik dilakukan untuk memastikan apakah data memenuhi syarat-syarat dasar dalam analisis regresi. Pada data panel, terdapat keunggulan tertentu, salah satunya adalah tidak diperlukan uji normalitas maupun uji autokorelasi. Gujarati & Porter, (2009) menegaskan melalui teori Central Limit Theorem bahwa penelitian dengan observasi lebih dari 100 tidak memerlukan uji normalitas. Sementara itu, uji autokorelasi tidak dilakukan karena metode ini hanya relevan untuk data runtut waktu (time series).

Tabel 4. Multikolinearitas

Variable	VIF	1/VIF
<i>lnGROWTH</i>	2,08	0,479
<i>lnGROWTH</i> ²	2,01	0,496

<i>IPTIK</i>	1,33	0,749
<i>ROAD</i>	1,30	0,772
<i>DENS</i>	1,04	0,957
<i>Mean VIF</i>	1,55	

Berdasarkan hasil uji multikolinearitas, seluruh variabel independen menunjukkan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) yang berada di bawah batas 10, serta nilai tolerance (1/VIF) yang melebihi 0,10. Kondisi ini mengindikasikan bahwa tidak terdapat korelasi linear yang tinggi antarvariabel independen dalam model. Oleh karena itu, model regresi yang digunakan pada penelitian ini dapat dikatakan terbebas dari gejala multikolinearitas.

Tabel 5. Uji Heterokedastisitas

<i>Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity</i>	
<i>Ho: Constant variance</i>	
<i>Variables: fitted values of iklh</i>	
<i>chi2(1)</i>	= 2.62
<i>Prob > chi2</i>	= 0.105

Apabila hasil uji Breusch-Pagan menunjukkan nilai probabilitas statistik variabel independen lebih besar dari tingkat signifikansi 0,05, maka model lolos uji heterokedastisitas. Tabel di atas menunjukkan nilai prob sebesar 0.105 > 0.05, maka dapat disimpulkan tidak terjadi heterokedastisitas (lolos uji heterokedastisitas).

Tabel 1. Hasil Uji Regresi Fixed Effect Model

<i>Variable</i>	<i>Fixed Effect Model (FEM)</i>
<i>lnGROWTH</i>	1,652** (0,823)
<i>lnGROWTH²</i>	-0,678** (0,299)
<i>IPTIK</i>	5,593*** (0,692)
<i>DENS</i>	0,0694*** (0,193)
<i>ROAD</i>	0,003* (0,002)
<i>R-Squared</i>	0,282
<i>Prob>F</i>	0,000
<i>Statistic F</i>	15,560
<i>df1</i>	33
<i>df2</i>	198
<i>Constanta</i>	33,116

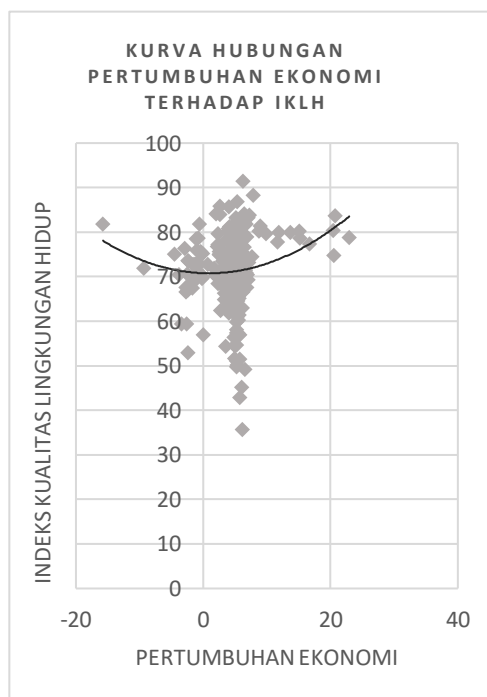
Keterangan : *** signifikan pada tingkat 1% ($p < 0,01$); ** signifikan pada tingkat 5% ($p < 0,05$); * signifikan pada tingkat 10% ($p < 0,10$).

Berdasarkan hasil estimasi model Fixed Effect, variabel Pertumbuhan Ekonomi terbukti berpengaruh positif dan signifikan terhadap Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH), sementara variabel kuadrat Pertumbuhan Ekonomi berpengaruh negatif dan signifikan, yang mengindikasikan adanya hubungan non-linear antara pertumbuhan ekonomi dan kualitas lingkungan sebagaimana diasumsikan dalam hipotesis Environmental Kuznets Curve (EKC). Selanjutnya, variabel Indeks Pembangunan Teknologi Informasi dan Komunikasi (IPTIK) menunjukkan pengaruh positif dan signifikan terhadap IKLH, dan juga Kelayakan Rumah Tangga dan Infrastruktur Jalan yang keduanya memberikan pengaruh positif dan signifikan terhadap kualitas lingkungan hidup. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan kualitas hunian, perkembangan teknologi, serta pembangunan infrastruktur jalan yang terencana dan berorientasi pada peningkatan kemantapan berkontribusi dalam memperbaiki kualitas lingkungan hidup di Indonesia.

Hasilnya menunjukkan bahwa model yang diperoleh cukup signifikan. Persamaan yang diperoleh sebagai berikut :

$$IKLH_{it} = 33,11692 + 1,652928lnGROWTH_{it} - 0,6784791lnGROWTH_{it}^2 + 5,593264IPTIK_{it} + 0,0694366DENS_{it} + 0,003891ROAD_{it}$$

Adapun uraian pembahasan terhadap hasil regresi serta masing-masing variabel penelitian dapat dijelaskan, bagian ini memaparkan bagaimana pengaruh setiap variabel independen terhadap variabel dependen, sehingga dapat memperlihatkan pola hubungan yang terjadi berdasarkan hasil estimasi model sebagai berikut.



Gambar 3. Kurva Pertumbuhan Ekonomi terhadap IKLH

Hasil estimasi penelitian ini menunjukkan bahwa variabel pertumbuhan ekonomi memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH). Sementara itu, variabel kuadrat pertumbuhan ekonomi berpengaruh negatif dan signifikan, sehingga

mengonfirmasi keberlakuan hipotesis Environmental Kuznets Curve (EKC) dalam konteks Indonesia. Temuan ini mengindikasikan bahwa hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan kualitas lingkungan bersifat non-linear, di mana pada tingkat pendapatan tertentu peningkatan aktivitas ekonomi mampu mendorong perbaikan kualitas lingkungan, namun setelah melewati titik balik tertentu, tekanan lingkungan berpotensi kembali meningkat apabila pertumbuhan tidak dikelola secara berkelanjutan. Pola ini sejalan dengan temuan Jun Yan et al. (2023) serta Shushu Li et al. (2015), yang menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi dapat memperkuat kualitas lingkungan melalui peningkatan kapasitas fiskal, adopsi teknologi yang lebih efisien, dan penguatan kebijakan lingkungan.

Dalam konteks Indonesia, pengaruh positif pertumbuhan ekonomi terhadap IKLH mencerminkan bahwa peningkatan PDRB per kapita selama periode pengamatan telah diikuti oleh perbaikan dalam pengelolaan lingkungan. Meningkatnya kapasitas ekonomi memungkinkan pemerintah pusat dan daerah mengalokasikan sumber daya yang lebih besar untuk pengendalian pencemaran, pengelolaan limbah, rehabilitasi lingkungan, serta peningkatan sistem pemantauan kualitas lingkungan. Selain itu, peningkatan pendapatan masyarakat turut mendorong perubahan preferensi ke arah lingkungan yang lebih bersih dan sehat, sehingga aktivitas ekonomi yang bersifat merusak lingkungan mulai ditekan. Kondisi ini menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi di Indonesia tidak selalu identik dengan degradasi lingkungan, melainkan dapat menjadi instrumen perbaikan kualitas lingkungan apabila diarahkan dengan kebijakan yang tepat.

Selanjutnya, hasil penelitian menunjukkan bahwa Indeks Pembangunan Teknologi Informasi dan Komunikasi (IP-TIK) berpengaruh positif dan signifikan terhadap IKLH. Temuan ini mengindikasikan bahwa perkembangan teknologi informasi dan komunikasi di Indonesia tidak hanya berperan sebagai pendorong pertumbuhan ekonomi, tetapi juga berkontribusi dalam meningkatkan kualitas lingkungan hidup. Digitalisasi memungkinkan peningkatan efisiensi energi, optimalisasi sistem transportasi, serta penguatan pengawasan dan pemantauan lingkungan berbasis data. Hasil ini sejalan dengan penelitian Ramadhani dan Aisyah (2024) serta Rehman et al. (2023), yang menemukan bahwa kemajuan teknologi digital mampu menekan tekanan lingkungan melalui inovasi ramah lingkungan dan penguatan tata kelola. Temuan ini juga mendukung ecological modernization theory, yang menekankan bahwa inovasi teknologi dapat mengurangi dampak negatif pembangunan apabila didukung oleh regulasi dan kelembagaan yang efektif (Mol & Spaargaren, 2009).

Variabel kelayakan rumah tangga dalam penelitian ini juga menunjukkan pengaruh positif dan signifikan terhadap IKLH. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan proporsi rumah tangga dengan hunian yang layak berkontribusi pada perbaikan kualitas lingkungan hidup. Hunian yang layak umumnya memiliki akses sanitasi yang memadai, air bersih, serta sistem pengelolaan limbah domestik yang lebih baik, sehingga mampu menekan pencemaran lingkungan. Temuan ini sejalan dengan Baumgartner et al. (2024) dan Chowdhury et al. (2019), yang menegaskan bahwa perbaikan kualitas permukiman berkontribusi langsung terhadap peningkatan kualitas air dan kesehatan lingkungan. Dengan demikian, pembangunan lingkungan tidak hanya bergantung pada kebijakan makro, tetapi juga pada peningkatan kualitas kehidupan rumah tangga sebagai unit sosial terkecil.

Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa pembangunan infrastruktur jalan berpengaruh positif dan signifikan terhadap IKLH. Temuan ini mengindikasikan bahwa pembangunan jalan di Indonesia selama periode penelitian lebih menekankan pada peningkatan kualitas dan kemandapan jalan, bukan sekadar ekspansi panjang jalan. Infrastruktur jalan yang berkualitas mampu mengurangi kemacetan, memperpendek waktu tempuh, dan menekan konsumsi

bahan bakar kendaraan, sehingga berkontribusi pada penurunan emisi transportasi. Hasil ini sejalan dengan studi Wei dan Liu (2023), Ye dan Li (2024), serta Sun et al. (2021), yang menunjukkan bahwa infrastruktur transportasi yang terintegrasi dengan perencanaan tata ruang dan sistem transportasi berkelanjutan dapat memberikan dampak positif terhadap kualitas lingkungan.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas lingkungan hidup di Indonesia merupakan hasil interaksi antara pertumbuhan ekonomi, kemajuan teknologi, kondisi sosial rumah tangga, dan pembangunan infrastruktur. Konfirmasi hipotesis EKC menegaskan bahwa pertumbuhan ekonomi dapat mendukung perbaikan kualitas lingkungan apabila disertai dengan digitalisasi, peningkatan kualitas permukiman, serta pembangunan infrastruktur yang berwawasan lingkungan. Sebaliknya, tanpa pengelolaan yang berkelanjutan, pertumbuhan ekonomi berpotensi kembali meningkatkan tekanan terhadap lingkungan. Oleh karena itu, hasil penelitian ini menegaskan pentingnya pendekatan pembangunan yang terintegrasi lintas sektor agar pertumbuhan ekonomi di Indonesia dapat berjalan seiring dengan perlindungan dan peningkatan kualitas lingkungan hidup.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengkaji hubungan antara pertumbuhan ekonomi, perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (IP-TIK), kelayakan rumah tangga, serta pembangunan infrastruktur jalan terhadap Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) di Indonesia menggunakan data panel antarprovinsi periode 2017-2024. Dengan pendekatan regresi data panel, penelitian ini memberikan gambaran empiris mengenai keterkaitan antara dinamika pembangunan dan kualitas lingkungan hidup. Hasil analisis menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi berpengaruh positif signifikan terhadap IKLH, sementara pertumbuhan ekonomi kuadrat berpengaruh negatif signifikan, sehingga mengonfirmasi keberlakuan hipotesis Environmental Kuznets Curve (EKC) dalam konteks Indonesia. Selain itu, IP-TIK, kelayakan rumah tangga, dan pembangunan infrastruktur jalan terbukti memberikan pengaruh positif signifikan terhadap kualitas lingkungan hidup. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan kapasitas ekonomi, dukungan teknologi digital, perbaikan kualitas hunian, serta pembangunan infrastruktur yang terencana mampu berkontribusi pada perbaikan kualitas lingkungan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menegaskan bahwa peningkatan kualitas lingkungan hidup di Indonesia memerlukan pendekatan pembangunan yang terintegrasi. Pertumbuhan ekonomi perlu diarahkan agar selaras dengan transformasi digital, peningkatan kualitas permukiman, dan pembangunan infrastruktur yang berwawasan lingkungan. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperluas analisis dengan menambahkan variabel lingkungan lainnya serta menggunakan metode ekonometrika yang lebih lanjut untuk memperdalam pemahaman mengenai pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

DAFTAR REFERENSI

- (Bank Indonesia). (2023). *Laporan Perekonomian Indonesia 2023*. Bank Indonesia.
- (Bappenas), K. P. P. N. (2021). *Pembangunan Rendah Karbon Indonesia (Low Carbon Development Initiative)*. Kementerian PPN/Bappenas.
- (KLHK), K. L. H. dan K. (2023). *Laporan Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2023*. KLHK.
- (KLHK), K. L. H. dan K. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lingkungan*. KLHK.

- (PUPR), K. P. U. dan P. R. (2023). *Statistik Jalan dan Jembatan Nasional Tahun 2023*. Kementerian PUPR.
- (OECD). (2019). *OECD Green GROWTH Policy Review of Indonesia*. OECD Publishing.
- (OECD). (2022). *Environmental Performance Reviews: Indonesia*. OECD Publishing.
- (UNESCO). (2023). *Artificial Intelligence and Environmental Sustainability*. UNESCO Publishing.
- (World Economic Forum). (2024). *AI, Data Centers, and Water Use*. World Economic Forum.
- (World Bank). (2024). *World Development Indicators*. World Bank.
- Amri, F. (2018). Carbon dioxide emissions, total factor productivity, ICT, trade, financial development, and energy consumption: testing *Environmental Kuznets Curve* hypothesis for Tunisia. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(33), 33691–33701. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3331-1>
- Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C. S., Jansson, B.-O., Levin, S., Mäler, K.-G., Perrings, C., & Pimentel, D. (1995). Economic GROWTH, carrying capacity, and the environment. *Ecological Economics*, 15(2), 91–95. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0921-8009\(95\)00059-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0921-8009(95)00059-3)
- Attori, Z., Ciptomulyono, U., & Persada, S. (2021). Green Information Technology in Indonesia—A Systematic Literature Review. *IPTEK Journal of Proceedings Series*. <https://doi.org/10.12962/j23546026.y2020i7.9541>
- Basir, N., & Asmuliany, A. (2021). *Pengaruh Pembangunan Perumahan Swadaya Terhadap Peningkatan Kualitas Lingkungan di Kecamatan Galesong Selatan Kabupaten Takalar*. 4(1), 1–13.
- Baumgartner, J., Rodriguez, J., Berkhout, F., Doyle, Y., Ezzati, M., Owusu, G., Quayyum, Z., Solomon, B., Winters, M., Adamkiewicz, G., Robinson, B. E., Bentley, R., & Barnard, L. T. (2024). *Synthesizing the links between secure housing tenure and health for more equitable cities*. 1–24.
- Belkhir, L., & Elmeligi, A. (2018). Assessing ICT global emissions footprint: Trends to 2040 & recommendations. *Journal of Cleaner Production*, 177, 448–463. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.239>
- Ben Youssef, A., & Dahmani, M. (2024). Assessing the Impact of Digitalization, Tax Revenues, and Energy Resource Capacity on Environmental Quality: Fresh Evidence from CS-ARDL in the EKC Framework. *Sustainability (Switzerland)*, 16(2). <https://doi.org/10.3390/su16020474>
- Chowdhury, S., Dey, S., Guttikunda, S., Pillarisetti, A., & Smith, K. R. (2019). *Indian annual ambient air quality standard is achievable by completely mitigating emissions from household sources*. 116(22), 10711–10716. <https://doi.org/10.1073/pnas.1900888116>
- Din, A. U., Ming, J., Vega-Muñoz, A., Salazar Sepúlveda, G., & Contreras-Barraza, N. (2022). Population DENSity: An Underlying Mechanism Between Road Transportation and Environmental Quality. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.940911>
- Dogan, E., & Seker, F. (2016). The influence of real output, renewable and non-renewable energy, trade and financial development on carbon emissions in the top renewable energy countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1074–1085.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.02.006>

- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic Econometrics Fifth Edition*. McGraw-Hill/Irwin.
- Kostakis, I. (2024). An empirical investigation of the nexus among renewable energy, financial openness, economic *GROWTH*, and environmental degradation in selected ASEAN economies. *Journal of Environmental Management*, 354(February), 120398. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120398>
- Li, S., & Yang, T. (2025). The impact of digital infrastructure on air quality: Mediating role of public environmental attention and industrial development. *Journal of Environmental Management*, 373(December 2024), 123893. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123893>
- Qian, L. H. (2024). An empirical study on the relationship between urbanization, transportation infrastructure, industrialization and environmental degradation in China, India and Indonesia. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-05773-1>
- Ramadhani, Y. I., & Aisyah, S. (2025). The Impact of Gross Regional Domestic Product (GRDP) in The Processing, Construction, Transportation and Warehousing, Information and Communication Sectors on The Environmental Quality Index (A Case Study of 34 Provinces in Indonesia). *Proceeding ISETH (International Summit on Science, Technology, and Humanity)*, 2022(2010), 437–444. <https://doi.org/10.23917/iseth.5387>
- Rehman, S. ur, Gill, A. R., & Ali, M. (2023). Information and communication technology, institutional quality, and environmental sustainability in ASEAN countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27219-3>
- Rohmadi, E. (2022). *IMPACT OF SLUM UPGRADING TO RIVER WATER QUALITY IN YOGYAKARTA CITY, INDONESIA*. 12(1), 85–98.
- Salahuddin, M., Alam, K., & Ozturk, I. (2016). The effects of Internet usage and economic *GROWTH* on CO2 emissions in OECD countries: A panel investigation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 1226–1235. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.018>
- Setiawan, M. R., Primandhana, & Priana, W. (2022). Analisis pengaruh beberapa sektor PDRB terhadap indeks kualitas lingkungan hidup di Indonesia. *Kinerja*, 19(1), 53–62. <https://doi.org/10.30872/jkin.v19i1.10830>
- Shahbaz, M., Zakaria, M., Shahzad, S. J. H., & Mahalik, M. K. (2018). The energy consumption and economic *GROWTH* nexus in top ten energy-consuming countries: Fresh evidence from using the quantile-on-quantile approach. *Energy Economics*, 71, 282–301. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.02.023>
- Spratt, D. (2019). *Climate Code Red: The Case for Emergency Action*. Breakthrough Press.
- Statistik, B. P. (2023). *Indeks pembangunan teknologi informasi dan komunikasi (IP-TIK) 2023*. <https://www.bps.go.id>
- Statistik, B. P. (2024). Laporan Perekonomian Indonesia 2024. *Badan Pusat Statistik*, 32. <http://www.fiskal.kemenkeu.go.id/%0Ahttps://web-api.bps.go.id/download.php?f=kVcdmNqR90K4IIHD9ufIC1JVVM2VXNMNDdQSExKdkJXEDVXU1BvVHVGVDhLMWNXdm1WNzlsOXFUYjhpa2VKbllQbGI5VkJZSTIFZa2t2aUp0QTgxHhAzSVg3anZNekxoalZBTWFzY1hxOGdMcVFub1FGTU1tM1ZkeENhTjIIMkZSOGtRVn>
- Sun, C., Zhang, W., Luo, Y., & Li, J. (2021). Road construction and air quality : Empirical study

-
- of cities in China. *Journal of Cleaner Production*, 319(April), 128649.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128649>
- Wei, L. Y., & Liu, Z. (2023). Transportation infrastructure and ecoenvironmental quality: Evidence from China's high-speed rail. *PLoS ONE*, 18(8 August), 1–21.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290840>
- Yan, J., Liu, H., & Zhang, Y. (2023). Income *GROWTH* and environmental quality: Evidence from provincial panel data. *Environmental Economics and Policy Studies*, 25, 45–63.
- Ye, F., & Li, Y. (2024). Road Traffic Infrastructure Construction and Air Pollution Based on the Perspective of Spatial Spillover. *Sustainability (Switzerland)*, 16(22).
<https://doi.org/10.3390/su16229627>
- Zhang, Z., Chen, L., Li, J., & Ding, S. (2024). Digital economy development and carbon emission intensity—mechanisms and evidence from 72 countries. *Scientific Reports*, 14(1), 1–19.
<https://doi.org/10.1038/s41598-024-78831-3>