

ANALISIS DATA PANEL TERHADAP PENGARUH KEPADATAN PENDUDUK DAN POLUSI LINGKUNGAN TERHADAP PERTUMBUHAN POPULASI URBAN DI DUNIA

Kharisma Kurnia Wulandari

Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember, Jember, Indonesia
E-mail: 221810101028@mail.unej.ac.id

Salzabila Qurrota A'yun Arganitya

Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember, Jember, Indonesia
E-mail: 221810101097@mail.unej.ac.id

Firda Fadri*

Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember, Jember, Indonesia
E-mail: firdafadri@unej.ac.id *

Abstrak

Penelitian ini menganalisis pengaruh faktor lingkungan dan kepadatan penduduk terhadap pertumbuhan populasi urban secara global dengan menggunakan data panel tahunan dari tahun 1960 hingga 2024. Variabel independen meliputi kepadatan penduduk, tingkat polusi udara (PM2.5), dan akses listrik sebagai indikator kondisi lingkungan dan infrastruktur dasar. Analisis dilakukan menggunakan regresi data panel dengan membandingkan *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM) dan *Random Effect Model* (REM). Pemilihan model terbaik melalui uji Chow dan uji Hausman menunjukkan bahwa REM merupakan model yang paling sesuai. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa kepadatan penduduk dan polusi udara berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan populasi urban, sehingga menunjukkan bahwa tekanan demografis dan tingginya aktivitas ekonomi-industri menjadi pendorong utama urbanisasi. Sebaliknya, akses listrik tidak berpengaruh signifikan, kemungkinan karena tingkat ketersediaannya yang relatif merata di banyak negara. Temuan ini menegaskan pentingnya pengendalian kepadatan wilayah dan perbaikan kualitas lingkungan sebagai dasar perumusan kebijakan pembangunan perkotaan yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Urbanisasi, Kepadatan Penduduk, Polusi Udara, Data Panel, REM.

Abstract (Gunakan Style Penulis & Abstrak)

This study analyzes the influence of environmental factors and population density on global urban population growth using annual panel data from 1960 to 2024. The independent variables consist of population density, air pollution (PM2.5), and access to electricity, representing key environmental and infrastructural indicators. Panel regression analysis was conducted by comparing the Common Effect Model (CEM), Fixed Effect Model (FEM), and Random Effect Model (REM). Based on the Chow and Hausman tests, the REM was identified as the most appropriate model. The findings indicate that population density and air pollution have a positive and significant effect on urban population growth, suggesting that demographic pressure and intensive industrial-economic activities are major drivers of urbanization. In contrast, access to electricity shows no significant effect, likely due to its relatively widespread availability across countries. These results highlight the importance of managing spatial density and improving environmental quality to support sustainable urban development policies.

Keywords: Urbanization, Population Density, Air Pollution, Panel Data, REM.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan populasi yang berlangsung pesat, khususnya di wilayah perkotaan, telah menjadi isu strategis global yang memengaruhi berbagai aspek pembangunan berkelanjutan (Shodiq, 2022). Kepadatan penduduk yang tinggi di kawasan urban menimbulkan tekanan terhadap ketersediaan

sumber daya, infrastruktur, serta kualitas lingkungan (Massuanna et al., 2024). Peningkatan kepadatan populasi di pusat maupun pinggiran kota mencerminkan percepatan proses urbanisasi yang diikuti oleh meningkatnya kebutuhan energi dan fasilitas publik (Kurniati et al., 2022). Fenomena ini berimplikasi pada peningkatan konsumsi energi, emisi polutan, serta menurunnya daya dukung

lingkungan (Al-farij et al., 2025). Oleh karena itu, kajian mengenai pengaruh kepadatan populasi terhadap kualitas lingkungan dan ketersediaan sumber daya energi menjadi sangat penting untuk memahami dinamika pembangunan di wilayah perkotaan (Ramadhan, 2025).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa urbanisasi yang cepat dan tidak terkelola dengan baik dapat memperburuk kualitas udara dan memperbesar kesenjangan akses terhadap energi (Nirmala et al., 2023). Peningkatan kepadatan penduduk mendorong aktivitas ekonomi dan penggunaan kendaraan bermotor, yang berkontribusi terhadap meningkatnya intensitas pencemaran udara pada kawasan metropolitan. Di sisi lain, meningkatnya kebutuhan energi di wilayah urban menjadikan akses listrik sebagai indikator penting bagi kesejahteraan masyarakat serta pertumbuhan ekonomi (Akhirul et al., 2020). Namun, pertumbuhan ekonomi dan kepadatan populasi yang tidak diimbangi dengan kebijakan lingkungan yang efektif dapat menurunkan kualitas udara serta menghambat pemerataan akses energi (Yani et al., 2023). Dengan demikian, analisis terhadap hubungan antara kepadatan populasi, polusi udara, dan akses listrik perkotaan menjadi relevan untuk memahami keterkaitan antara faktor demografis, lingkungan, dan pembangunan berkelanjutan di kawasan urban yang tengah berkembang pesat.

Analisis yang berfungsi untuk mengidentifikasi keterkaitan antarvariabel dalam data lintas waktu dan lintas unit merupakan pendekatan regresi data panel. Pendekatan ini diimplementasikan untuk mengetahui keterkaitan antarvariabel pada data yang mencakup berbagai dimensi lintas unit serta aspek temporal. Metode ini menggabungkan data *cross section* dan *time series*, sehingga mampu menangkap variasi antar unit seperti provinsi atau negara, sekaligus perubahan dari waktu ke waktu (Indrasetyaningih & Wasik, 2020). Keunggulannya terletak pada kemampuannya mengendalikan heterogenitas tak teramati, meningkatkan efisiensi estimasi, serta memungkinkan penggunaan model dengan efek tetap (*Fixed Effects Model*) serta model dengan efek acak (*Random Effects Model*) sesuai karakteristik empiris dari data (Wibowo, 2025). Data panel cocok digunakan untuk menganalisis faktor sosial ekonomi lintas wilayah dan waktu, karena dapat menguraikan dampak variabel bebas terhadap

variabel terikat dengan memperhitungkan perbedaan spasial serta aspek temporal (Nur et al., 2022). Dalam penerapannya, model yang lazim diterapkan adalah model efek umum (CEM), model efek tetap (FEM), serta model efek acak (REM) yang dipilih berlandaskan pada kesesuaian struktur data (Hutagalung & Darnius, 2022). Uji kesesuaian model seperti menurut uji *Chow* serta uji *Hausman* diperlukan guna mengidentifikasi model yang paling optimal (Irmeilyana et al., 2022). Keuntungan lain data panel adalah meningkatnya derajat kebebasan serta kemampuannya menggambarkan dinamika perubahan dan perbedaan antar entitas secara lebih akurat dibanding data tunggal (Dewi & Husain, 2024). Karena itu, metode ini relevan digunakan dalam penelitian mengenai kepadatan penduduk dan polusi lingkungan terhadap pertumbuhan populasi urban, sebab mampu menunjukkan variasi antarnegara dan perubahan waktu secara komprehensif (Munandar, 2017).

Dengan merujuk pada konteks latar belakang tersebut, penelitian ini dimaksudkan untuk mengkaji pengaruh kepadatan penduduk serta polusi lingkungan pada pertumbuhan populasi urban di berbagai negara di dunia melalui penerapan metode regresi data panel. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh terkait hubungan antara indikator demografis dan lingkungan dalam proses urbanisasi, serta mengidentifikasi model data panel yang paling sesuai dalam menjelaskan variasi pertumbuhan populasi perkotaan lintas waktu dan wilayah sebagai dasar dalam perumusan kebijakan pembangunan perkotaan berkelanjutan.

KAJIAN TEORI

1. *Common Effect Model* (CEM)

Model Efek Umum merupakan metode di mana seluruh dataset, mencakup data lintas-seksi maupun data runtun waktu, digabungkan menjadi satu tanpa memperhitungkan perbedaan temporal maupun lokasi penelitian. Dalam pendekatan ini diasumsikan bahwa intersep bersifat sama untuk semua unit observasi, baik lintas waktu maupun lintas unit individu. Estimasi koefisien model ini dilakukan mengaplikasikan metode *Ordinary Least Square* (OLS) (Fitriani et al., 2024). Secara umum, formulasi matematis untuk Model *Common Effect* dapat dinyatakan sebagai berikut:

(1)

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^n \beta_k X_{kit} + e_{it}$$

keterangan:

- y_{it} : Variabel respon ke- i dan waktu ke- t
 β_0 : *intercept* model regresi ke- i dan waktu ke- t
 β_k : koefisien *slope*
 k : jumlah variabel prediktor (1, 2 ... n)
 t : unit *time series* (1, 2, ... T)
 i : unit *cross section* (1, 2 ... N)
 x_{it} : nilai variabel bebas ke- i periode waktu ke- t
 e_{it} : *error* ke- i dan waktu ke- t .

2. Fixed Effect Model (FEM)

Salah satu teknik estimasi yang umum diimplementasikan pada analisis analisis regresi data panel yakni model dengan efek tetap. Estimasi parameter pada kerangka model ini dilakukan dengan pendekatan *Least Square Dummy Variable* (LSDV). Dalam perkembangannya, model efek tetap juga memungkinkan mencakup pengaruh waktu (*time effect*) dengan menambahkan variabel dummy untuk setiap rentang temporal (Alamsyah et al., 2022). Secara umum, formulasi matematis untuk Model *Fixed Effect* dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k X_{kit} + e_{it}$$

keterangan:

- y_{it} : Variabel respon ke- i dan waktu ke- t
 x_{it} : nilai variabel bebas ke- i periode waktu ke- t
 β_0 : *intercept* model regresi ke- i dan waktu ke- t
 β_k : koefisien *slope*
 e_{it} : *error* ke- i dan waktu ke- t
 k : jumlah variabel prediktor (1, 2 ... n)
 i : unit *cross section* (1, 2 ... N)
 t : unit *time series* (1, 2, ... T).

3. Random Effect Model (REM)

Model efek acak (*Random Effect*) adalah metode analisis regresi terhadap data panel yang melakukan estimasi yang memperhitungkan komponen galat berbasis *Generalized Least Square* (GLS) (Salsabila et al., 2022). Secara umum, formulasi matematis untuk Model *Fixed Effect* dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k X_{kit} + (\mu_i + e_{it})$$

keterangan:

- y_{it} : Variabel respon ke- i dan waktu ke- t
 x_{it} : nilai variabel bebas ke- i periode waktu ke- t
 β_0 : *intercept* model regresi ke- i dan waktu ke- t

- β_k : koefisien *slope*
 μ_i : *error* ke- i
 e_{it} : *error* ke- i dan waktu ke- t
 k : jumlah variabel prediktor (1, 2 ... n)
 i : unit *cross section* (1, 2 ... N)
 t : unit *time series* (1, 2, ... T).

4. Uji Chow

Uji signifikansi ini dilakukan guna mengidentifikasi model yang paling sesuai digunakan di antara Model Efek Umum (CEM) dan Model Efek Tetap (FEM) (Madany et al., 2022). Adapun pernyataan hipotesis yang digunakan dirumuskan sebagai berikut:

H_0 : Model yang tepat adalah *Common Effect Model* (CEM)

H_1 : Model yang lebih sesuai adalah *Fixed Effect Model* (FEM)

Statistik uji:

$$F_{hitung} = \frac{(RSS_1 - RSS_2)}{(RSS_2)(NT - N - k)} \quad (4)$$

dimana:

$$RSS = \sum_{i=1}^n (y_{it} - (\hat{\beta}_{0it} + \hat{\beta}_{1it}))^2 \quad (5)$$

dengan:

RSS_1 : jumlah kuadrat residual (*residual sum of squares*) yang dihasilkan dari estimasi menggunakan *Common Effect Model* (CEM)

RSS_2 : jumlah kuadrat residual yang diperoleh dari estimasi menggunakan *Fixed Effect Model* (FEM)

k : jumlah variabel independen

i : jumlah individu

t : jumlah periode waktu

y_{it} : Variabel respon ke- i dan waktu ke- t

$\hat{\beta}_{0it}$: *intercept* dari model.

Dengan taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, maka tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ atau $p - value < \alpha$. Apabila hasil pengujian tolak H_0 atau signifikan maka *Fixed Effect Model* (FEM) dinyatakan lebih tepat digunakan dan analisis dilanjutkan dengan uji *Hausman*. Sebaliknya, H_0 gagal ditolak atau hasilnya tidak signifikan, maka *Common Effect Model* (CEM) dianggap model yang paling sesuai.

5. Uji Hausman

Analisis signifikansi ini dilaksanakan untuk mengidentifikasi model yang paling sesuai diterapkan di antara FEM serta REM (Rahayu et al.,

2023). Adapun pernyataan hipotesis yang diterapkan adalah sebagai berikut:

(i) Formulasi Hipotesis

H_0 : Model yang tepat untuk regresi data panel adalah *Random Effect Model* (REM)

H_1 : Model yang tepat untuk regresi data panel adalah *Fixed Effect Model* (FEM)

(ii) Tingkat signifikansi

α : 5%

(iii) Daerah kritis

H_0 ditolak jika $p - value$ atau $w \geq x_{tabel}^2$

(iv) Statistik uji

(3) Mengikuti kriteria Wald, uji *Hausman* ini akan mengikuti distribusi *chi-squares* seperti persamaan berikut:

$$W = q Var q^{-1}q \tag{6}$$

dimana,

$$q = \beta_{FEM} - \beta_{REM} \tag{7}$$

$$var(q) = Var(\beta_{FEM}) - Var(\beta_{REM}) \tag{8}$$

β_{FEM} : vektor estimasi parameter regresi FEM

β_{REM} : vektor estimasi parameter regresi REM.

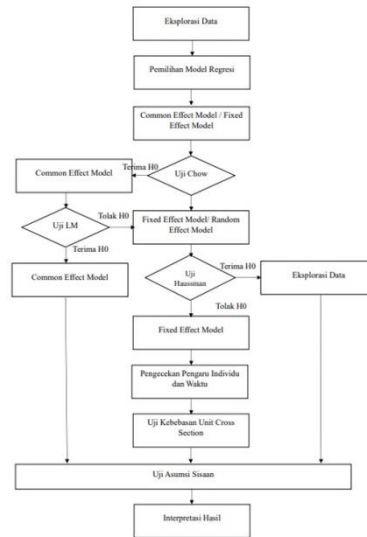
METODE

Penelitian pada studi ini dilaksanakan dengan memanfaatkan dataset yang berasal dari *World Development Indicators* (WDI) yang diterbitkan oleh *World Bank* yang mencakup data tahunan periode 1960–2024 untuk berbagai negara. Dataset ini berisi kolom *Country Name* (nama negara), *Country Code* (kode negara), *Indicator Name* (nama indikator), dan *Indicator Code* (kode indikator), yang merepresentasikan indikator sosial, ekonomi, dan lingkungan seperti persentase populasi perkotaan terhadap total populasi dan laju pertumbuhan populasi perkotaan tahunan. Analisis data dilakukan dengan pendekatan regresi data panel melalui platform *Google Colab* dengan bahasa Python. Analisis mencakup tahapan eksplorasi data, pemilihan model (CEM, FEM, REM), serta pengujian kesesuaian model dengan menerapkan Uji *Chow* dan Uji *Hausman* guna menentukan model yang paling tepat dengan karakteristik data lintas negara dan waktu. Langkah-langkah penelitian ditunjukkan sebagai berikut:

1. Eksplorasi data
2. Pemilihan model Regresi Data Panel
3. Uji pemilihan model
4. Pengecekan efek individu dan waktu

5. Uji kebebasan unit *cross section*
6. Uji asumsi sisa
7. Interpretasi hasil

Sebagai bagian dari proses pengolahan data, penelitian ini juga dilengkapi dengan *flowchart* program untuk memvisualisasikan alur kerja metode Panel Data yang digunakan. Flowchart ini bertujuan untuk mempermudah pemahaman mengenai tahapan-tahapan analisis yang dilakukan, mulai dari eksplorasi data hingga interpretasi hasil. Flowchart dari penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 1. Flowchart Analisis menggunakan Panel Data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis hasil regresi menggunakan data panel pada penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sesuai dengan alur dalam Gambar 1. Tahapan dimulai dari eksplorasi data, dilanjutkan dengan pemilihan model regresi, kemudian serangkaian uji pemilihan model dilakukan guna memutuskan model pada panel data yang paling tepat dalam menjelaskan pengaruh kepadatan penduduk dan polusi lingkungan terhadap pertumbuhan populasi urban antarnegara. Tahap pertama yaitu Uji *Chow*. Uji ini dijalankan dengan membandingkan model *Common Effect* dan *Fixed Effect* yang kemudian akan diambil keputusan model mana diantara duanya yang lebih tepat.

Tabel 1. Hasil Uji

Model	P-Value
CEM	0.3309
FEM	0.0193
REM	0.0178

Uji Chow	0.0000
Uji Hausman	1.0000

Berdasarkan Tabel 1 diatas, diketahui bahwa uji Chow menunjukkan nilai probabilitas signifikan ($p < 0,05$). Fakta ini menyebabkan H_0 ditolak dan model *Fixed Effect* (FEM) dipilih sebagai model terbaik dibanding *Common Effect* (CEM). Selanjutnya Uji Hausman yang membandingkan model terpilih *Fixed Effect Model* (FEM) dan *Random Effect Model* (REM) dilakukan. Berdasarkan hasil uji pada Tabel 1 diatas, perbandingan REM dan FEM menunjukkan nilai probabilitas $> 0,05$. Hal ini menakibatkan H_0 diterima. Dengan demikian, model yang dipilih sebagai model terbaik adalah *Random Effect Model* (REM). Hal ini didasari oleh asumsi bahwa model ini dianggap lebih efisien serta mampu memperhitungkan variasi antarnegara yang cenderung acak dan tidak memiliki korelasi langsung terhadap variabel independen.

Setelah model regresi terbaik ditentukan, selanjutnya dilakukan tahapan berikutnya yaitu pengecekan pengaruh individu dan waktu. Hal ini dilakukan untuk memastikan adanya variasi antar *cross section unit* (negara) dan antar *time period* (tahun). Hasil menunjukkan adanya variasi antarnegara, sehingga model REM relevan untuk menggambarkan perbedaan karakteristik sosial, ekonomi, dan lingkungan di masing-masing negara. Kemudian dilakukan uji kebebasan unit *cross section*, yang menunjukkan tidak adanya korelasi silang antarnegara, sehingga hasil estimasi dianggap valid. Selanjutnya dilakukan uji asumsi sisa, meliputi uji normalitas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model memenuhi asumsi klasik utama, sehingga model dapat diinterpretasikan secara ekonometrik.

Tabel 2. Hasil REM

Variabel	Hasil
X1 (<i>p-value</i>)	0.0321
X2 (<i>p-value</i>)	0.0389
X3 (<i>p-value</i>)	0.7868
R-Squared (Within)	0.2321
F-Statistic	3.7117

Berdasarkan hasil pada model terpilih REM sebagaimana Tabel 2 diatas, diperoleh nilai R-squared Within sebesar 0.2321. Nilai ini

menunjukkan bahwa sekitar 23% variasi pertumbuhan populasi urban sepanjang waktu dapat dijelaskan oleh perubahan kepadatan penduduk dan polusi lingkungan dalam suatu negara. Model juga signifikan secara keseluruhan dengan F-statistic sebesar 3.7117 ($p = 0.0178$), yang berarti model layak digunakan untuk interpretasi lebih lanjut. Hasil uji parsial mengindikasikan variabel kepadatan penduduk (X1) berpengaruh signifikan secara positif terhadap pertumbuhan populasi urban, dengan koefisien 0.4087 ($p = 0.0321$). Artinya, peningkatan kepadatan penduduk akan mendorong peningkatan laju pertumbuhan populasi urban. Hal ini sejalan dengan konsep urbanisasi, di mana peningkatan populasi pada suatu wilayah menciptakan tekanan terhadap ruang dan infrastruktur, sehingga mendorong ekspansi area perkotaan. Selanjutnya, variabel polusi udara PM2.5 (X2) juga berpengaruh positif signifikan dengan koefisien 0.3949 ($p = 0.0389$). Hubungan positif ini tidak menunjukkan bahwa polusi menyebabkan urbanisasi, namun lebih mencerminkan peningkatan aktivitas ekonomi dan transportasi yang menyertai pertumbuhan populasi urban. Dengan demikian, polusi udara dapat dianggap sebagai indikator tidak langsung dari intensitas aktivitas perkotaan dan industrialisasi. Sementara itu, variabel akses listrik (X3) menunjukkan koefisien negatif -0.0443 ($p = 0.7868$). Nilai ini menunjukkan tidak adanya signifikansi secara statistik dan mengindikasikan bahwa variabel X3 akses listrik bukan lagi faktor yang membedakan tingkat urbanisasi antarnegara karena hampir semua wilayah urban telah memiliki akses energi yang baik. Dengan demikian, variabel ini tidak memberikan pengaruh berarti terhadap pertumbuhan populasi urban.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menegaskan bahwa model REM merupakan model terbaik yang dapat menggambarkan pengaruh kepadatan penduduk dan polusi lingkungan terhadap pertumbuhan populasi urban antarnegara. Kepadatan penduduk dan polusi berperan penting dalam menjelaskan dinamika urbanisasi, sementara akses listrik tidak memiliki pengaruh signifikan. Temuan ini memberikan implikasi bahwa kebijakan pembangunan perkotaan berkelanjutan perlu menitikberatkan pada pengendalian kepadatan penduduk dan pengurangan polusi udara tanpa menghambat pertumbuhan ekonomi perkotaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Firda Fadri, S.Si. M.Si., selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan motivasi, bimbingan, dan arahan selama proses penyusunan artikel ini. Dukungan dan masukan dari Ibu Firda sangat membantu dalam pengembangan artikel mengenai analisis data panel pada dataset WDI ini, sehingga penulis mampu menyelesaikan karya ini secara tuntas. Semoga ilmu serta bimbingan yang Ibu berikan menjadi amal kebaikan yang terus mengalir. Penulis juga berharap artikel ini dapat menjadi sumbangsih kecil dalam pengembangan kajian di bidang sosial.

PENUTUP

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dinamika pertumbuhan populasi urban antar negara secara signifikan dipengaruhi oleh kepadatan penduduk dan intensitas aktivitas ekonomi-perkotaan yang tercermin melalui tingkat polusi udara PM2.5. Sebaliknya, akses listrik di wilayah perkotaan tidak memberikan pengaruh yang berarti karena sifatnya yang relatif telah merata dan stabil. Hasil ini mengindikasikan bahwa arah dan kecepatan urbanisasi lebih banyak ditentukan oleh tekanan demografis dan konsentrasi kegiatan ekonomi dibandingkan dengan ketersediaan infrastruktur dasar. Dampaknya, strategi pembangunan berkelanjutan perlu menekankan pengendalian pertumbuhan kepadatan penduduk perkotaan serta pengelolaan kualitas lingkungan, terutama dalam menekan dampak polusi udara akibat aktivitas ekonomi. Penguatan kebijakan tata ruang dan peningkatan teknologi ramah lingkungan menjadi relevan dalam mendukung pertumbuhan urban yang berkualitas dan berkelanjutan.

SARAN

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang dapat menjadi dasar untuk pengembangan studi selanjutnya. Penggunaan data panel global dari tahun 1960 hingga 2024 masih bergantung pada ketersediaan data antar negara yang tidak selalu

lengkap dan seragam, sehingga jumlah sampel pada beberapa variabel dapat mengalami variasi. Selain itu, penelitian ini hanya memfokuskan analisis pada tiga variabel utama yaitu kepadatan penduduk, polusi udara PM2.5, dan akses listrik. Variabel lain yang juga berpotensi memengaruhi pertumbuhan populasi urban, seperti tingkat pendapatan, perubahan kebijakan urban, teknologi transportasi, atau mobilitas penduduk antar wilayah, belum diikutsertakan sehingga ruang lingkup analisis masih terbatas. Penelitian ini juga tidak membedakan karakteristik negara berdasarkan tingkat pembangunan atau klasifikasi wilayah, padahal dinamika urbanisasi di negara berkembang dapat sangat berbeda dengan negara maju. Oleh karena itu, penelitian berikutnya dapat memperluas cakupan variabel serta melakukan pembagian kelompok negara agar hasil analisis lebih mendalam dan relevan. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat memasukkan variasi fenomena global seperti perubahan iklim, krisis energi, atau transisi ekonomi yang mungkin berperan sebagai faktor moderasi terhadap hubungan antara tekanan demografis, kondisi lingkungan, dan pertumbuhan urban. Dengan melakukan perluasan variabel dan penyempurnaan klasifikasi negara, studi di masa mendatang diharapkan mampu memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang memengaruhi urbanisasi global serta implikasinya bagi perumusan kebijakan pembangunan perkotaan yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhirul, Witra, Y., Umar, I., & Erianjoni. (2020). Dampak Negatif Pertumbuhan Penduduk Terhadap Lingkungan dan Upaya Mengatasinya. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*, 1(3).
- Alamsyah, I. F., Esra, R., Awalia, S., & Nohe, D. A. (2022). *Analisis Regresi Data Panel untuk Mengetahui Faktor yang Memengaruhi Jumlah Penduduk Miskin di Kalimantan Timur*.
- Al-farij, M. F., Ramadani, A. F., & Akrom. (2025). Kepadatan Penduduk dan Kualitas Hidup: Studi Kasus di Kawasan Padat Kota Serang Banten. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Sosial, Politik Dan Humaniora*, 4(2), 303–321. <https://doi.org/10.55606/jurish.v4i2.4858>
- Dewi, A. F., & Husain, H. (2024). Analisis Regresi Data Panel dalam Memodelkan Faktor yang Mempengaruhi Stunting di Indonesia. *Journal of Mathematics, Computations and Statistics*, 7(2),

- 313–322.
<https://doi.org/10.35580/jmathcos.v7i2.4493>
- Fitriani, Ruslan, Budiman, H., Wibawa, G. A., & Somayasa, W. (2024). Pemodelan Angka Kemiskinan Menggunakan Regresi Data Panel di Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Matematika, Komputasi Dan Statistika*, 4(2), 652–662.
- Hutagalung, I. P., & Darnius, O. (2022). Analisis Regresi Data Panel Dengan Pendekatan Common Effect Model (CEM), Fixed Effect Model (FEM) dan Random Effect Model (REM) (Studi Kasus : IPM Sumatera Utara Periode 2014 – 2020). *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 5, 217–226.
- Indrasetianingsih, A., & Wasik, T. K. (2020). Model Regresi Data Panel untuk Mengetahui Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kemiskinan di Pulau Madura. *JURNAL GAUSSIAN*, 9(3), 355–363.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/>
- Irmeilyana, Amalia, I., Maiyanti, S. I., & Ngudiantoro. (2022). Model Regresi Data Panel pada Faktor-Faktor yang Menentukan Produksi Kopi di Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2015-2021. *JURNAL SAINS TERAPAN*, 8(1), 45–56.
- Kurniati, S. A., Rahayu, P., & Istanabi, T. (2022). Peri-Urbanisasi dan Dinamika Perkembangan Kawasan Perkotaan Sekunder (Studi Kasus: Bosukawonosraten). *Desa-Kota*, 4(2), 167–180.
- Madany, N., Ruliana, & Rais, Z. (2022). Regresi Data Panel dan Aplikasinya dalam Kinerja Keuangan terhadap Pertumbuhan Laba Perusahaan Idx Lq45 Bursa Efek Indonesia. *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, 4(2), 79–94.
<https://doi.org/10.35580/variansiunm28>
- Massuanna, Muh. W., Malinda, F., Satriani, Syafaririn, R. A., & Alam, W. M. (2024). Kepadatan Penduduk di Perkotaan: Dampak Terhadap Kualitas Lingkungan Masyarakat. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Terpadu*, 8(5), 132–137.
- Munandar, A. (2017). Analisis Regresi Data Panel pada Pertumbuhan Ekonomi di Negara-Negara Asia. *JURNAL ILMIAH EKONOMI GLOBAL MASA KINI*, 8(1), 59–7.
- Nirmala, K. O., Mardhiyya, N. Z., Khikmah, M. N., Purwita, L., & Amrullah, M. F. (2023). *Analisis Mobilitas Penduduk di Kota Bekasi*.
- Nur, M. T., Khoirotunnisa, D., Widyaningsih, W., & Nohe, D. A. (2022). *Regresi Data Panel untuk Memodelkan Persentase Kemiskinan di Kalimantan Timur*.
- Rahayu, K., Aidid, M. K., & Rais, Z. (2023). Analisis Regresi Data Panel pada Angka Partisipasi Murni (APM) Jenjang Pendidikan SMP Sederajat di Provinsi Jawa Barat pada Tahun 2018-2021. *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, 5(2), 65–75.
- Ramadhan, M. I. (2025). Analisis Kepadatan Penduduk Dan Dampaknya Bagi Masyarakat Kecamatan Taktakan Tahun 2023. *Triwikrama: Jurnal Multidisiplin Ilmu Sosial*, 9(4), 1–18.
- Salsabila, N. A., Juliarto, H. K., Syawal, A. F., & Nohe, D. A. (2022). *Analisis Regresi Data Panel pada Ketimpangan Pendapatan Daerah di Provinsi Kalimantan Timur*.
- Shodiq, D. E. (2022). Analisis Proporsi Populasi Penduduk Terhadap Rumah Tangga dengan Hunian Layak dan Terjangkau. *Jurnal Sains Edukatika Indonesia (JSEI)*, 1, 23–28.
- Wibowo, S. A. (2025). Penggunaan EViews dalam Pengujian Data Panel untuk Penelitian Akuntansi: Pendekatan Konseptual dan Aplikatif. *Reviu Akuntansi Dan Bisnis Indonesia*, 9(1), 174–186.
<https://doi.org/10.18196/rabin.v9i1.26898>
- Yani, A., Restiatun, R., & Nuratika, N. (2023). Indeks Kualitas Lingkungan Hidup dan Determinannya: Studi Kasus di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan (JEP)*, 9(3), 178–186.
<https://doi.org/10.23960/jep.v12i3.2132>