

JURNAL ILMIAH MANAJEMEN BISNIS DAN INOVASI
UNIVERSITAS SAM RATULANGI (JMBI UNSRAT)

**ANALISIS KORELASI ANTARA KONSUMSI ENERGI DAN URBANISASI
TERHADAP PERTUMBUHAN MANUFAKTUR**

Jesse Helison Hefni, Leyton Raynaldo Ozzora, Ferry Vincenttius Ferdinand, Keiza Julita, Aaron Ng
Universitas Pelita Harapan

ARTICLE INFO

Keyword: Energy consumption, urbanization, manufacturing growth, panel data, East Asian economy.

Kata Kunci: Konsumsi energi, urbanisasi, pertumbuhan manufaktur, data panel, ekonomi Asia Timur.

Corresponding author:

Ferry Vincenttius Ferdinand

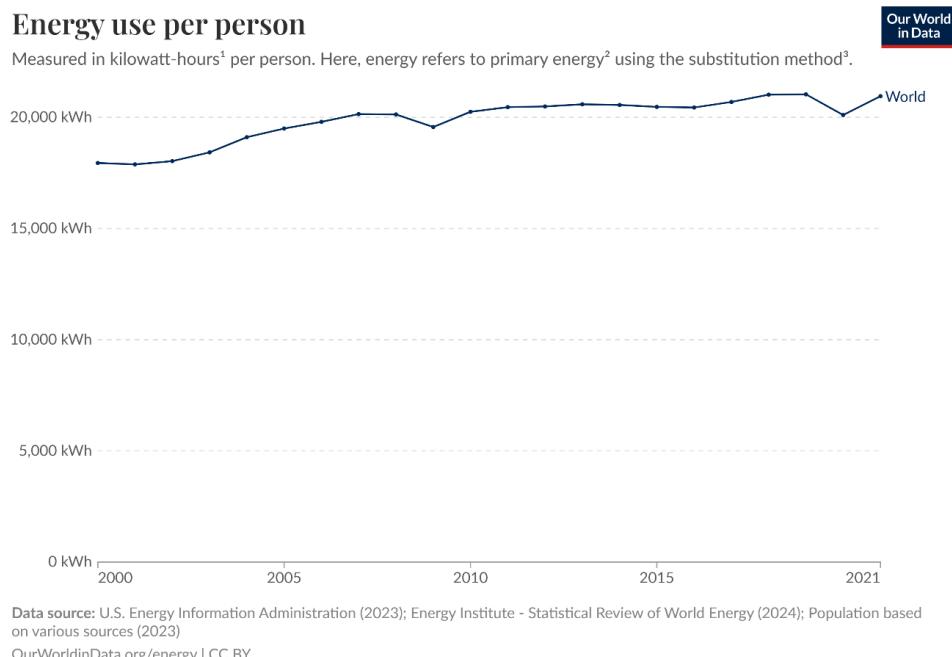
ferry.vincenttius@uph.edu

Abstract. This study analyzes the relationship between energy consumption, urbanization, and manufacturing sector growth in East Asia, focusing on South Korea, China, Japan, and Mongolia. These countries were selected due to their high industrialization levels and diverse energy consumption dynamics. The study employs a quantitative approach using panel data regression analysis to evaluate correlations among the examined variables. Model selection was conducted through a series of specification tests, with results indicating that the Random Effects Model (REM) is the most appropriate approach. Findings reveal that energy consumption and urbanization have a positive and significant impact on manufacturing Gross Domestic Product (GDP) growth. Increased urbanization drives manufacturing sector expansion by boosting labor demand and industrial infrastructure. Higher energy consumption also contributes to manufacturing growth, highlighting the sector's reliance on energy availability. Although the model explains only a portion of manufacturing growth variation, the results provide valuable insights for policymakers.

Abstrak. Penelitian ini menganalisis hubungan antara konsumsi energi, urbanisasi, dan pertumbuhan sektor manufaktur di Asia Timur, dengan fokus pada Korea Selatan, Cina, Jepang, dan Mongolia. Kawasan ini dipilih karena memiliki tingkat industrialisasi yang tinggi serta dinamika konsumsi energi yang beragam. Studi ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis regresi data panel untuk mengevaluasi korelasi antara variabel yang diteliti. Pemilihan model terbaik dilakukan melalui serangkaian uji spesifikasi, dan hasil menunjukkan bahwa model efek acak (Random Effects Model) merupakan pendekatan yang paling sesuai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi energi dan urbanisasi berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan produk domestik bruto (PDB) manufaktur. Urbanisasi yang meningkat mendorong pertumbuhan sektor manufaktur melalui peningkatan permintaan tenaga kerja dan infrastruktur industri. Konsumsi energi yang lebih tinggi juga berkontribusi pada ekspansi manufaktur, mencerminkan ketergantungan sektor ini terhadap ketersediaan energi. Meskipun model hanya menjelaskan sebagian variasi pertumbuhan manufaktur, hasil ini tetap memberikan wawasan penting bagi pengambilan kebijakan.

PENDAHULUAN

Negara-negara di Asia Timur mengalami pertumbuhan ekonomi yang cepat dalam beberapa tahun terakhir, tercatat bahwa negara-negara di Asia tumbuh dua kali lebih cepat dibandingkan dengan kawasan negara lain (Iskandar et al., 2023). Hal tersebut dikarenakan perubahan ekonomi mereka yang pada awalnya bersifat pertanian berubah menjadi ekonomi yang berfokus kepada manufaktur dan industrialisasi. Perubahan tersebut penting bagi perkembangan ekonomi sebuah negara terutama untuk negara yang sedang berkembang agar dapat dengan cepat meningkatkan kualitas dan keadaan ekonomi negara dengan pesat(Haraguchi et al., 2017). Pertumbuhan ekonomi manufaktur dapat terjadi karena berbagai macam faktor, seperti keterbukaan perdagangan, tingkat investasi asing langsung (*FDI*), konsumsi energi, urbanisasi, teknologi, kualitas dan kebijakan



Data source: U.S. Energy Information Administration (2023); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024); Population based on various sources (2023)

OurWorldInData.org/energy | CC BY

1. Watt-hour: A watt-hour is the energy delivered by one watt of power for one hour. Since one watt is equivalent to one joule per second, a watt-hour is equivalent to 3600 joules of energy. Metric prefixes are used for multiples of the unit, usually: - kilowatt-hours (kWh), or a thousand watt-hours. - Megawatt-hours (MWh), or a million watt-hours. - Gigawatt-hours (GWh), or a billion watt-hours. - Terawatt-hours (TWh), or a trillion watt-hours.

2. Primary energy: Primary energy is the energy available as resources – such as the fuels burnt in power plants – before it has been transformed. This relates to the coal before it has been burned, the uranium, or the barrels of oil. Primary energy includes energy that the end user needs, in the form of electricity, transport and heating, plus inefficiencies and energy that is lost when raw resources are transformed into a usable form. You can read more on the different ways of measuring energy in our article.

3. Substitution method: The 'substitution method' is used by researchers to correct primary energy consumption for efficiency losses experienced by fossil fuels. It tries to adjust non-fossil energy sources to the inputs that would be needed if it was generated from fossil fuels. It assumes that wind and solar electricity is as inefficient as coal or gas. To do this, energy generation from non-fossil sources are divided by a standard 'thermal efficiency factor' – typically around 0.4. Nuclear power is also adjusted despite it also experiencing thermal losses in a power plant. Since it's reported in terms of electricity output, we need to do this adjustment to calculate its equivalent input value. You can read more about this adjustment in our article.

pemerintah, dan kualitas sumber daya manusia, dll. (Rahman & Alam, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk melihat dan memberikan gambaran umum akan 2 faktor dari pertumbuhan ekonomi manufaktur yaitu konsumsi energi, dan tingkat urbanisasi. Dengan demikian penelitian ini bertujuan untuk melihat korelasi antara pertumbuhan ekonomi manufaktur dengan pertumbuhan konsumsi energi, dan tingkat pertumbuhan urbanisasi. Penggunaan energi merupakan salah satu indikator utama dalam mengukur tingkat pembangunan ekonomi suatu

negara. Energi yang digunakan oleh masyarakat dan industri mencerminkan aktivitas ekonomi yang berlangsung di dalam negara tersebut, baik dalam sektor produksi maupun konsumsi. Menurut data yang diambil melalui situs *Our World in Data* (Ritchie et al., 2023) yang digambarkan pada gambar 1, penggunaan energi per kapita di dunia pada tahun 2000 sebanyak 17,949 kWh. Jumlah ini meningkat sebesar 17% menjadi 20.954 kWh pada tahun 2021. Hal ini menunjukkan terjadinya peningkatan konsumsi energi global yang dapat disebabkan oleh urbanisasi dan pertumbuhan populasi serta perluasan akses energi di negara-negara berkembang.

Gambar 1 (Ritchie et al., 2020)

Kawasan Asia Timur dipilih sebagai fokus penelitian ini karena perannya sebagai pusat pertumbuhan ekonomi global serta representasi utama dinamika energi di Asia. Negara-negara di kawasan ini menunjukkan bagaimana konsumsi energi berkaitan erat dengan industrialisasi, urbanisasi, dan inovasi teknologi. Memahami pola konsumsi dan strategi energi di Asia Timur dapat memberikan wawasan bagi Indonesia dalam merancang kebijakan energi yang berkelanjutan.

Penelitian ini berfokus pada Cina, Jepang, Korea Selatan, dan Mongolia dikarenakan keberagaman dalam kebijakan energi, industrialisasi, dan konsumsi energi. Keempat negara ini tidak hanya memiliki kemandirian dalam kebijakan energi, tetapi juga diakui sebagai negara berdaulat secara internasional. Dari segi ekonomi, Cina merupakan konsumen energi terbesar, Jepang dan Korea Selatan sebagai negara industri maju dengan ketergantungan energi tinggi, sedangkan Mongolia memiliki cadangan energi fosil besar namun konsumsi domestik yang relatif rendah. Studi dari (Alfriani & Fridiyanti, 2025) mengungkapkan bahwa Taiwan, Hong Kong, dan Makau memiliki ketergantungan ekonomi yang signifikan terhadap Cina, yang memperparah kompleksitas status kenegaraan mereka dan menekankan ketergantungan pada pasokan eksternal. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, penelitian ini berupaya mengkaji pola konsumsi energi di Asia Timur secara komprehensif, sehingga dapat memberikan pedoman bagi Indonesia dalam mengembangkan kebijakan energi yang mendukung pertumbuhan ekonomi.

Urbanisasi berperan penting dalam mendorong pertumbuhan sektor manufaktur melalui peningkatan tenaga kerja, efisiensi produksi, dan konsentrasi industri (Anwar et al., 2020). Perpindahan populasi ke wilayah perkotaan menciptakan lingkungan yang lebih kondusif bagi inovasi serta investasi infrastruktur yang mendukung industri manufaktur. Selain itu, urbanisasi meningkatkan permintaan domestik terhadap produk manufaktur, yang dapat mempercepat pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) sektor ini.

Sektor manufaktur membutuhkan energi dalam jumlah besar untuk mempertahankan produktivitas dan ekspansi industri. Jika urbanisasi diiringi dengan peningkatan konsumsi energi dari sumber yang tidak efisien atau berbiaya tinggi, maka dampak positif urbanisasi terhadap pertumbuhan manufaktur bisa menjadi terbatas. Sebaliknya, transisi ke sumber energi yang lebih bersih dan efisien dapat memperkuat efek positif urbanisasi terhadap sektor manufaktur dengan mengurangi biaya produksi dan meningkatkan daya saing industri. Penelitian terdahulu, seperti

yang dilakukan oleh (Bhuiyan et al., 2022), mengemukakan bahwa dalam jangka pendek terdapat hubungan satu arah di mana konsumsi energi mendorong pertumbuhan ekonomi, sedangkan dalam jangka panjang hubungan tersebut bisa saja menjadi sesuatu yang kurang baik yang dikarenakan dampak lingkungan yang dapat terjadi. Sementara itu, penelitian oleh (Sankaran et al., 2019) yang menganalisis pengaruh konsumsi listrik terhadap *output* industri di Maroko, Bolivia, Bangladesh, dan India menemukan adanya hubungan sebab-akibat satu arah, di mana konsumsi listrik mendorong pertumbuhan *output* industri. Oleh karena itu, kebijakan yang membatasi konsumsi listrik berpotensi memberikan dampak buruk terhadap hasil industri.

Adapun penelitian mengenai hubungan konsumsi listrik dan output industri manufaktur di Korea Selatan (Kwon et al., 2016) menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi listrik berkontribusi pada pertumbuhan output industri manufaktur. Temuan ini juga mengungkap adanya hubungan kausal dua arah antara permintaan listrik dan output manufaktur, yang berarti kedua variabel saling mempengaruhi satu sama lain. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola konsumsi energi per kapita di Asia Timur, serta menganalisis hubungan antara konsumsi energi, urbanisasi, dan pertumbuhan manufaktur di Korea Selatan, Cina, Jepang, dan Mongolia. Selain itu, penelitian ini juga berupaya memberikan rekomendasi kebijakan yang dapat mendukung industrialisasi berkelanjutan dan perencanaan urbanisasi yang efisien, sekaligus berkontribusi pada pengembangan literatur mengenai interaksi antara energi, urbanisasi, dan sektor manufaktur di kawasan Asia Timur.

Dengan menggunakan metode data panel, penelitian ini menganalisis korelasi antara variabel-variabel tersebut untuk mengidentifikasi pola yang dapat meningkatkan PDB manufaktur suatu negara, dengan variabel yang diperhatikan yaitu urbanisasi dan konsumsi energi per kapita.

KAJIAN TEORI DAN HIPOTESIS

Urbanisasi

Urbanisasi merupakan pergeseran populasi penduduk dengan jumlah yang besar dari desa ke kota (Zaera, 2024). Urbanisasi berperan penting dalam mendorong pertumbuhan sektor manufaktur melalui peningkatan tenaga kerja, efisiensi produksi, dan konsentrasi industri (Anwar et al., 2020). Perpindahan populasi ke wilayah perkotaan menciptakan lingkungan yang lebih kondusif bagi inovasi serta investasi infrastruktur yang mendukung industri manufaktur. Selain itu, urbanisasi meningkatkan permintaan domestik terhadap produk manufaktur, yang dapat mempercepat pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) sektor ini.

Pertumbuhan Manufaktur

Industri manufaktur merupakan seluruh aktivitas ekonomi yang dapat membuat barang dan jasa dan bukan merupakan barang pokok (Anggapratama & Irnawati, 2023). Dengan adanya peningkatan dalam aktifitas manufaktur dalam sebuah negara, maka akan mendorong terjadinya pertumbuhan penghasilan dari industri manufaktur dalam negara tersebut. Hal ini pada akhirnya akan mendorong aktifitas produksi dalam sebuah negara dan akan mendorong pertumbuhan PDB negara tersebut.

Konsumsi Energi

Konsumsi energi dihitung dengan menggunakan metode substitusi untuk mengukur konsumsi energi primer. Metode ini memperbaiki ketidakefisienan dalam konversi energi dari bahan bakar fosil dan biomassa, yang sering menghasilkan banyak energi terbuang dalam bentuk panas selama pembakaran. Dengan menggunakan metode substitusi, energi yang dihasilkan dari teknologi nuklir dan energi terbarukan dikonversi menjadi ekuivalen input primer, yaitu jumlah energi yang setara jika sumber energi tersebut berasal dari bahan bakar fosil. Pendekatan ini memungkinkan perbandingan yang lebih adil antara berbagai sumber energi, dengan mempertimbangkan efisiensi konversinya (Ritchie et al., 2020). Setelah itu data akan dibagi dengan jumlah populasi yang ada dalam negara yang sudah dipilih untuk mendapatkan data hasil akhir yaitu konsumsi energi per kapita setiap negara.

Hipotesis

Dengan adanya pertumbuhan ekonomi dan industrialisasi, akan adanya dorongan untuk penduduk dalam sebuah negara untuk melakukan urbansasi dan merubah atau berpindah dari desa menjadi lingkungan yang tergolong sebagai perkotaan yang akan mendorong peningkatan konsumsi energi per individu (Abdul et al., 2021). Tidak hanya itu, karena terjadi pertumbuhan ekonomi dalam bidang industri maka akan ada kenaikan dalam konsumsi energi yang dikarenakan kenaikan tingkat industrialisasi dan urbanisasi dalam negara tersebut. Peningkatan urbanisasi tidak hanya berdampak pada konsumsi energi per kapita, tetapi juga pada ekspansi sektor manufaktur, karena kota-kota besar menyediakan infrastruktur yang lebih baik, tenaga kerja yang lebih banyak, serta akses yang lebih luas ke pasar dan teknologi. Dengan demikian, dapat diasumsikan bahwa terdapat korelasi positif antara konsumsi energi dan urbanisasi terhadap pertumbuhan sektor manufaktur. Semakin tinggi tingkat urbanisasi, semakin besar permintaan terhadap produk manufaktur, yang pada akhirnya mendorong peningkatan produksi dan konsumsi energi di sektor tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis regresi data panel untuk mengevaluasi hubungan antara konsumsi energi, urbanisasi, dan pertumbuhan sektor manufaktur di beberapa negara. Data yang digunakan merupakan data panel dengan dimensi lintas negara (*Entity*) dan deret waktu (*Year*), dan diolah menggunakan perangkat lunak R. Untuk memastikan keakuratan hasil, data dibersihkan dari duplikasi dan data *outlier* sebelum dikonversi menjadi format panel.

Model regresi data panel yang digunakan melalui pemilihan model terbaik dilakukan dengan serangkaian uji spesifikasi, yaitu *Uji Chow* untuk membandingkan model *Pooled Ordinary Least Squares (POLS)* dan *Fixed Effects Model (FEM)*, *Uji Hausman* untuk menentukan antara *FEM* dan *Random Effect Model (REM)*, serta *Uji Breusch-Pagan (LM Test)* untuk memilih antara *POLS*

dan *REM*. Berdasarkan hasil pengujian, model *REM* dipilih sebagai model terbaik untuk analisis lebih lanjut sebab berdasarkan *Uji Hausman*, model yang cocok adalah *REM* (Bell et al., 2019).

Untuk memastikan validitas model, dilakukan berbagai uji diagnostik, seperti *Uji Driscoll-Kraay* guna menangani heteroskedastisitas dan autokorelasi, *Uji Breusch-Pagan* untuk heteroskedastisitas, serta *Uji Wooldridge* untuk autokorelasi. Selain itu, distribusi residual dianalisis menggunakan *Uji Shapiro-Wilk*, dan keberadaan pengaruh ekstrem dalam data diperiksa melalui *Cook's Distance*. Observasi dengan pengaruh signifikan terhadap model diidentifikasi dan, jika diperlukan, dikeluarkan dari analisis guna meningkatkan keakuratan estimasi.

Selanjutnya, untuk mengatasi kemungkinan distorsi akibat skala data, dilakukan eliminasi pada data yang tak wajar atau *outlier* sehingga model regresi yang dihasilkan setelah transformasi dievaluasi kembali untuk memastikan ketepatan estimasi. Hasil akhir penelitian ini diinterpretasikan berdasarkan signifikansi koefisien dan nilai *R-squared*, yang menggambarkan seberapa baik variabel independen menjelaskan variasi dalam pertumbuhan sektor manufaktur. Dengan menggunakan transformasi ini, maka model yang dihasilkan akan menjadi lebih baik dan memiliki nilai R yang lebih baik. Dengan pendekatan ini, penelitian dapat memberikan gambaran yang lebih baik mengenai dampak konsumsi energi dan urbanisasi terhadap pertumbuhan manufaktur di negara-negara yang dianalisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian model data panel, dilakukan beberapa uji pemilihan model. *Uji Hausman* menghasilkan *p-value* sebesar 0,1467, yang mengindikasikan bahwa model efek acak lebih sesuai dibandingkan model efek tetap karena tidak terdapat inkonsistensi dalam estimasi parameter. *Uji F* untuk efek individu menunjukkan *p-value* sebesar 0,09251, yang berada di ambang signifikansi. Hal ini menunjukkan bahwa model efek tetap mungkin relevan, tetapi tidak secara signifikan berbeda dari model *POLS*. Sementara itu, *Uji Breusch-Pagan (BP Test)* menghasilkan *p-value* sebesar 0,6897, yang menunjukkan bahwa model *POLS* lebih sesuai dibandingkan *REM* karena tidak ditemukan efek individu yang signifikan. Namun, mengingat hasil *Uji Hausman* yang lebih berpengaruh dalam pemilihan antara *FEM* dan *REM*, model yang digunakan dalam analisis ini tetap *REM*.

Penggunaan *Random Effects Model* dalam penelitian ini adalah sebagai pendekatan yang paling sesuai karena model ini mampu menangkap variasi antar negara yang tidak dapat dijelaskan oleh *Fixed Effects Model*. Salah satu alasan utama adalah bahwa *FEM* hanya dapat mengestimasi efek dalam individu, sementara *REM* dapat mengestimasi baik efek dalam individu maupun efek antara individu, yang sangat relevan dalam penelitian ini karena data yang digunakan menggunakan beberapa negara.

Selain itu, *REM* memungkinkan analisis terhadap variabel yang tidak berubah seiring waktu, seperti karakteristik struktural negara-negara dalam penelitian ini. *FEM* akan menghilangkan variabel tetap ini, sehingga tidak memungkinkan analisis lebih lanjut terhadap faktor-faktor seperti kebijakan energi atau struktur industri jangka panjang.

Pemilihan *Random Effects Model* juga didukung oleh hasil *Uji Hausman*, yang menunjukkan bahwa tidak terdapat korelasi signifikan antara efek acak dan kovariat, sehingga *Random Effects Model* merupakan pilihan yang lebih efisien (Bell & Jones, 2015). Selain itu, *Random Effects Model* memungkinkan model untuk diperluas dengan *Random Coefficients* dan *Cross-Level Interactions*, sehingga lebih fleksibel dalam menangkap heterogenitas efek antar negara.

Dengan demikian, penggunaan *REM* dalam penelitian ini memberikan hasil yang lebih umum, memungkinkan eksplorasi lebih lanjut mengenai faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan sektor manufaktur secara lebih komprehensif, serta tetap mempertahankan variabel kontekstual yang relevan dalam analisis. Berdasarkan hasil estimasi *REM*, diperoleh bahwa pertumbuhan konsumsi energi berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan PDB manufaktur dengan estimasi koefisien sebesar 0,852 dan *p-value* sebesar 0,0026. Pertumbuhan populasi perkotaan juga berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan PDB manufaktur dengan estimasi koefisien sebesar 2,702 dan *p-value* sebesar 0,0418. Intersepsi tidak signifikan dengan *p-value* sebesar 0,365, yang mengindikasikan bahwa ketika variabel independen bernilai nol, pertumbuhan PDB manufaktur tidak memiliki nilai yang signifikan. Nilai R-squared (R^2) secara universal diinterpretasikan sebagai proporsi atau persentase variasi dalam variabel dependen yang dijelaskan atau diprediksi oleh variabel independent (Gao, 2024). Dalam studi ini didapat nilai *Adjusted R-Squared* sebesar 0,16461 yang menunjukkan bahwa variabel independen menjelaskan sekitar 16,46% variasi dalam pertumbuhan PDB manufaktur.

Hasil uji diagnostik menunjukkan bahwa model tidak mengalami masalah heteroskedastisitas, dengan *p-value* dari *Uji Breusch-Pagan* sebesar 0,4617 yang menunjukkan bahwa tidak ada heteroskedastisitas dalam model. Selain itu, hasil *Uji Wooldridge* untuk autokorelasi menunjukkan *p-value* sebesar 0,5967, yang berarti tidak ada autokorelasi dalam residual model. Uji normalitas residual dengan *Uji Shapiro-Wilk* memberikan *p-value* sebesar 0,2578, yang menunjukkan bahwa residual berdistribusi mendekati normal. Berikut ringkasan dari hasil uji test yang dilakukan untuk model ini disimpulkan pada tabel 1 dibawah. Serta hasil dari *regression coefficient* dalam tabel 2.

Uji Statistik	P-Value	Interpretasi
<i>Uji Hausman</i>	0,1467	Model efek acak lebih sesuai
<i>Uji F</i> (Efek Individu)	0,09251	Model efek tetap mungkin relevan, tetapi tidak signifikan berbeda dari Pooled OLS
<i>Uji Breusch-Pagan</i> (BP)	0,6897	Model Pooled OLS lebih sesuai dibandingkan model efek acak
<i>Uji Breusch-Pagan</i> (Heteroskedastisitas)	0,4617	Tidak ada heteroskedastisitas
<i>Uji Wooldridge</i> (Autokorelasi)	0,5967	Tidak ada autokorelasi dalam residual
<i>Uji Shapiro-Wilk</i> (Normalitas)	0,2578	Residual berdistribusi mendekati normal

Table 1

Variabel	Estimasi	Standard Error	Z-Value	P-Value
<i>Intercept</i>	0,018282	0,020191	0,9055	0,365211
<i>Energy</i>				
<i>Consumption</i>	0,852313	0,283013	3,0116	0,002599**
<i>Growth</i>				
<i>Urban Population</i>				
<i>Growth</i>	2,701984	1,327281	2,0357	0,041778*

Table 2

Model ini juga menunjukkan potensi sinergi antara konsumsi energi dan urbanisasi, di mana peningkatan urbanisasi yang disertai dengan pemanfaatan energi yang efisien mampu memberikan efek pengganda (*multiplier effect*) terhadap produktivitas manufaktur. Hal ini membuka ruang untuk pengembangan model interaksi variabel pada penelitian lanjutan, guna menangkap pengaruh gabungan yang lebih kompleks antara dua variabel tersebut terhadap pertumbuhan industri.

Meskipun nilai *Adjusted R-Squared* belum menunjukkan angka yang tinggi, penting untuk dicatat bahwa variabel-variabel makroekonomi sering kali dipengaruhi oleh banyak faktor eksternal, seperti keterbukaan perdagangan, tingkat investasi asing langsung (*FDI*), teknologi, dan kualitas dan kebijakan pemerintahan dan kualitas sumber daya manusia (Rahman & Alam, 2021). Faktor-faktor tersebut belum diakomodasi dalam model ini; namun, hasil penelitian ini tetap memberikan kontribusi penting dalam menjelaskan sebagian dinamika pertumbuhan sektor manufaktur dari perspektif energi dan urbanisasi. Selain itu, penelitian ini juga menjadi dasar untuk pengembangan model yang lebih komprehensif dalam studi-studi selanjutnya.

Pembahasan

Hasil penelitian ini dilakukan pada negara-negara di kawasan Asia Timur, yaitu Mongolia, Jepang, Korea Selatan, dan China. Berdasarkan hasil analisis, pertumbuhan konsumsi energi secara signifikan meningkatkan pertumbuhan PDB manufaktur di empat negara tersebut. Pertumbuhan populasi perkotaan juga memiliki dampak signifikan terhadap pertumbuhan PDB manufaktur. Model ini dapat menjelaskan 16,46% dari variasi data, yang menunjukkan bahwa masih terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi pertumbuhan sektor manufaktur di kawasan ini.

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat beberapa implikasi yang dapat diambil. Negara-negara di Asia Timur memiliki korelasi antara konsumsi energi dalam mendukung pertumbuhan industri manufaktur mereka. Selain itu, peningkatan populasi di kawasan perkotaan mendorong aktivitas ekonomi yang lebih tinggi, termasuk dalam sektor manufaktur. Oleh karena itu, pengelolaan perkotaan yang baik dapat mendukung pertumbuhan ekonomi lebih lanjut.

Dengan hasil *Adjusted R-Squared* yang sebesar 16,7%, hal ini menandakan bahwa memang ada korelasi antara PDB manufaktur sebuah negara dengan pertumbuhan konsumsi energi dan pertumbuhan urbanisasi sebuah negara. Namun dalam bidang ekonomi, nilai *Adjusted R-Squared* yang tidak terlalu tinggi masih dapat diterima, terutama dalam penelitian yang berfokus pada hubungan kausal daripada prediksi yang sempurna. Dalam penelitian panel data, variabilitas antar negara dan faktor-faktor yang tidak terukur sering kali menyebabkan nilai *R-Squared* yang lebih rendah. Oleh karena itu, hasil ini tetap memiliki implikasi yang relevan dalam perumusan kebijakan (Ozili, 2023).

Hasil dari penelitian ini dapat menunjukkan bahwa ada korelasi antara pertumbuhan PDB manufaktur dengan tingkat urbanisasi dan tingkat pertumbuhan konsumsi energi per kapita sebuah negara. Hal ini disebabkan dalam ilmu sosial perilaku dan sifat manusia dapat berubah-ubah setiap saat, sehingga mengakibatkan ilmu sosial menjadi berubah-ubah dan tidak selalu sempurna seperti ilmu alam lainnya yang memiliki rumus dan perilaku yang pasti. Perilaku manusia bisa secara tiba-tiba berubah karena keinginan dirinya sendiri, keinginan kelompok, perasaan, dll (Ozili, 2023). Sehingga untuk sebuah model dapat memprediksi menggunakan nilai *R-Square* yang tinggi sangatlah sulit karena ada berbagai macam faktor lainnya yang dapat mempengaruhi keputusan manusia.

Dengan terjadinya urbanisasi yang cepat di negara-negara Asia Timur maka negara-negara di Asia Timur tentunya dapat melakukan aktivitas ekonomi dengan lebih banyak yang mengakibatkan pertumbuhan PDB yang sangat pesat. Negara-negara di Asia timur memiliki Tingkat urbanisasi 5 hingga 10 kali lebih cepat dibandingkan negara-negara di Eropa dan Amerika. Hal ini dikarenakan pemerintah di Asia Timur mengalirkan modal dan sumber daya yang besar ke dalam pengembangan lahan perkotaan, konstruksi, dan proyek infrastruktur berskala besar. Tidak hanya itu karena pembangunan yang pesat dan efektif, investor asing juga turut serta berinvestasi ke dalam negara-negara tersebut yang dinilai berkembang dengan pesat dan memiliki potensi tumbuh yang tinggi (Iossifova, 2019).

Dengan terjadinya peningkatan konsumsi energi dan urbanisasi yang signifikan, negara-negara di Asia Timur menunjukkan bahwa pertumbuhan sektor manufaktur sangat bergantung pada sinergi antara penyediaan energi dan dinamika populasi perkotaan. Seiring dengan itu, penelitian ini juga memperkuat bukti empiris bahwa ketersediaan energi yang stabil dan efisien merupakan tulang punggung produktivitas sektor industri.

Namun, untuk mencapai pertumbuhan manufaktur yang berkelanjutan, negara-negara di Asia Timur perlu mempertimbangkan diversifikasi sumber energi mereka. Bergantung terlalu banyak pada bahan bakar fosil dapat menyebabkan kerentanan terhadap fluktuasi harga energi global serta memperburuk dampak lingkungan (Vakulchuk et al., 2023). Oleh karena itu, transisi ke energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan hidroelektrik menjadi penting untuk memastikan keberlanjutan sektor manufaktur. Selain itu, efisiensi energi dalam proses produksi juga perlu ditingkatkan melalui penggunaan teknologi yang lebih hemat energi dan inovasi dalam manajemen sumber daya. Investasi dalam riset dan pengembangan teknologi hijau dapat membantu

mengurangi ketergantungan sektor manufaktur pada sumber energi yang tidak terbarukan serta meningkatkan daya saing industri dalam jangka panjang.

Dengan demikian, urbanisasi yang terlalu cepat tanpa perencanaan yang matang juga dapat menimbulkan berbagai tantangan, seperti kemacetan, polusi udara, krisis perumahan, dan ketimpangan sosial. Hal ini telah terjadi di beberapa kawasan metropolitan besar seperti Beijing, dan Seoul, yang mengalami tekanan besar terhadap infrastruktur dasar akibat migrasi pedesaan-perkotaan yang tinggi. Oleh sebab itu, pemerintah harus memastikan bahwa urbanisasi tidak hanya dikejar dari sisi kuantitas, tetapi juga kualitas—melalui pendekatan perencanaan kota yang inklusif dan ramah lingkungan. Dalam konteks kebijakan publik, temuan ini memberikan sinyal kuat bahwa strategi pembangunan industri di Asia Timur perlu terus diarahkan pada dua aspek utama: 1.) Penguatan bauran energi yang efisien dan ramah lingkungan, serta 2.) Pengelolaan tata ruang kota yang adaptif terhadap pertumbuhan populasi dan industrialisasi. Dalam laporan yang diberikan oleh *International Energy Agency* (International Energy Agency, 2024), disebutkan bahwa transformasi energi menjadi faktor kunci dalam menjamin keberlanjutan industri dalam jangka panjang, terutama untuk negara-negara yang berkembang di Asia dalam menghadapi tekanan perubahan iklim.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebijakan ekonomi dan strategi pembangunan di negara-negara Asia Timur seperti Jepang, Korea Selatan, dan Tiongkok memiliki dampak yang signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dan stabilitas makroekonomi. Di sisi lain, Indonesia menghadapi tantangan yang berbeda dalam mengimplementasikan kebijakan serupa. Struktur ekonomi yang masih bergantung pada sektor primer dan manufaktur dengan nilai tambah rendah menjadi kendala utama dalam mencapai pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

Dalam konteks Indonesia, terdapat beberapa pelajaran yang dapat diambil dari hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. Pertama, pengembangan berbagai sumber energi menjadi aspek krusial dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil. Indonesia perlu meningkatkan investasi dalam energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan geotermal untuk menciptakan sistem energi yang lebih berkelanjutan. Kebijakan Energi Nasional telah menetapkan target penggunaan energi terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050. Namun, hingga tahun 2022, pemanfaatan energi terbarukan baru mencapai 12,3%, menunjukkan perlunya upaya lebih lanjut dalam pengembangan sektor ini (Hasjanah & Simanjuntak, 2023; Sarante, 2024).

Selanjutnya, efisiensi penggunaan energi menjadi faktor penting dalam memastikan bahwa konsumsi energi yang meningkat tidak hanya berdampak pada eksplorasi sumber daya, tetapi juga mendorong pertumbuhan ekonomi yang optimal. Optimalisasi efisiensi energi dapat dilakukan pada seluruh sektor, seperti gedung komersial, industri, publik, rumah tangga, dan transportasi. Meningkatkan teknologi produksi, mengganti peralatan boros energi, dan menerapkan proses produksi hemat energi merupakan beberapa cara untuk mencapai efisiensi tersebut. Selain itu, riset dan pengembangan (*Research and Development, R&D*) dalam teknologi energi berperan penting dalam mendorong inovasi yang dapat meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan penggunaan energi. Studi menunjukkan bahwa investasi *R&D* di sektor energi dapat meningkatkan

produktivitas ekonomi jangka panjang dan mengurangi ketergantungan terhadap energi impor (Fevriera & Hartatdji, 2023). Oleh karena itu, pemerintah Indonesia perlu meningkatkan anggaran untuk *R&D* guna mendorong inovasi teknologi dalam transisi energi.

Sebagai langkah konkret, Indonesia perlu menerapkan kebijakan yang mendukung investasi di sektor energi hijau melalui insentif pajak dan subsidi yang tepat sasaran. Selain itu, regulasi suku bunga yang stabil dan mendukung investasi jangka panjang dalam infrastruktur energi dapat mendorong pembangunan berkelanjutan. Di sisi lain, riset dan inovasi dalam teknologi energi bersih harus ditingkatkan guna meningkatkan daya saing Indonesia di pasar global. Dengan berbagai langkah ini, Indonesia dapat memastikan bahwa peningkatan konsumsi energi selaras dengan pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Melalui penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa adanya korelasi antara pertumbuhan PDB manufaktur dengan konsumsi energi dan urbanisasi negara-negara di Asia Timur. Dengan menggunakan model panel data, dapat ditemukan bahwa ada korelasi antara pertumbuhan PDB manufaktur dengan konsumsi energi dan urbanisasi negara-negara di Asia Timur. Namun dengan demikian masih ada faktor-faktor lain di luar konsumsi energi dan urbanisasi yang dapat berdampak kepada pertumbuhan PDB manufaktur di negara-negara tersebut seperti investasi dari negara asing, kualitas sumber daya manusia, dan lain-lain.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar pemerintah negara-negara Asia Timur memperkuat kebijakan efisiensi energi dan perencanaan urbanisasi yang berkelanjutan untuk mendukung pertumbuhan sektor manufaktur. Selain itu, penting untuk memperhatikan faktor lain seperti investasi asing langsung (FDI), kualitas sumber daya manusia, dan infrastruktur industri. Penelitian selanjutnya juga disarankan untuk memasukkan variabel-variabel tersebut guna memperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh terhadap faktor-faktor penentu pertumbuhan manufaktur di kawasan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, B., Didik, S., Suhel, S., & Azwardi, A. (2021). Relationships between Urbanization, Economic Growth, Energy Consumption, and CO₂ Emissions: Empirical Evidence from Indonesia. *Journal of Asian Finance*, 8(3), 79–0090. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2021.vol8.no3.0079>
- Alfriani, Y. Z., & Fridiyanti, Y. N. (2025). Analisis Ketergantungan dalam Hubungan Tiongkok dengan Hong Kong, Taiwan dan Makau dalam Era Globalisasi. *Indonesian Journal of Law and Justice*, 2(3), 11–11. <https://doi.org/10.47134/IJLJ.V2I3.3585>

- Anggapratama, R., & Irnawati, D. (2023). Dampak Penggunaan Kredit Perbankan dan Pertumbuhan Industri Manufaktur terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia. *Journal on Education*, 5(3), 9691–9701. <https://doi.org/10.31004/JOE.V5I3.1784>
- Anwar, A., Younis, M., & Ullah, I. (2020). Impact of Urbanization and Economic Growth on CO₂ Emission: A Case of Far East Asian Countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020, Vol. 17, Page 2531, 17(7), 2531. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17072531>
- Bell, A., Fairbrother, M., & Jones, K. (2019). Fixed and random effects models: making an informed choice. *Quality and Quantity*, 53(2), 1051–1074. <https://doi.org/10.1007/S11135-018-0802-X/FIGURES/2>
- Bell, A., & Jones, K. (2015). Explaining Fixed Effects: Random Effects Modeling of Time-Series Cross-Sectional and Panel Data*. *Political Science Research and Methods*, 3(1), 133–153. <https://doi.org/10.1017/PSRM.2014.7>
- Bhuiyan, M. A., Zhang, Q., Khare, V., Mikhaylov, A., Pinter, G., & Huang, X. (2022). Renewable Energy Consumption and Economic Growth Nexus-A Systematic Literature Review. *Systematic Review*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.878394>
- Fevriera, S., & Hartatdji, S. (2023). Pengaruh Konsumsi Energi dan Kemajuan Teknologi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia. *JAE (JURNAL AKUNTANSI DAN EKONOMI)*, 8(3), 102–111. <https://doi.org/10.29407/JAE.V8I3.19826>
- Gao, J. (2024). R-Squared (R²) – How much variation is explained? *Research Methods in Medicine & Health Sciences*, 5(4), 104–109. <https://doi.org/10.1177/26320843231186398>
- Haraguchi, N., Cheng, C. F. C., & Smeets, E. (2017). The Importance of Manufacturing in Economic Development: Has This Changed? *World Development*, 93, 293–315. <https://doi.org/10.1016/J.WORLDEV.2016.12.013>
- Hasjanah, K., & Simanjuntak, S. (2023, July 27). *IESR: Indonesia Perlu Strategi Baru untuk Capai 23% Bauran Energi Terbarukan pada 2025 - IESR*. <https://iesr.or.id/iesr-indonesia-perlu-strategi-baru-untuk-capai-23-bauran-energi-terbarukan-pada-2025/>
- International Energy Agency. (2024). *World Energy Outlook 2024*. IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>
- Iossifova, D. (2019). East Asian Urbanization. In A. M. Orum (Ed.), *The Wiley Blackwell Encyclopedia of Urban and Regional Studies*. John Wiley & Sons Ltd.
- Iskandar, A. S., Muhamir, M. N. A., Hamida, A., & Erwin, E. (2023). The Effects of Institutions on Economic Growth in East Asia. *Jurnal Ekonomi Dan Studi Pembangunan*, 15(1), 87. <https://doi.org/10.17977/UM002V15I12023P087>
- Kwon, S., Cho, S. H., Roberts, R. K., Kim, H. J., Park, K., & Edward Yu, T. (2016). Effects of electricity-price policy on electricity demand and manufacturing output. *Energy*, 102, 324–334. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2016.02.027>
- Ozili, P. K. (2023). *The acceptable R-square in empirical modelling for social science research*.
- Rahman, M. M., & Alam, K. (2021). Exploring the driving factors of economic growth in the world's largest economies. *Heliyon*, 7(5), e07109. <https://doi.org/10.1016/J.HELION.2021.E07109>
- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2020). Energy Production and Consumption. *Our World in Data*.
- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2023). *Data Page: Primary energy consumption per capita*. Our World in Data.

- Sankaran, A., Kumar, S., K, A., & Das, M. (2019). Estimating the causal relationship between electricity consumption and industrial output: ARDL bounds and Toda-Yamamoto approaches for ten late industrialized countries. *Heliyon*, 5(6), e01904. <https://doi.org/10.1016/J.HELION.2019.E01904>
- Sarante, J. (2024). *Energi Baru dan Terbarukan (EBT) Sebagai Teknologi Alternatif Dimasa Depan Dalam Mendukung Pertahanan Negara*. <https://www.kalderanews.com/2020/05/apa-sih-bedanya-energi-baru-dan-terbarukan/>
- Vakulchuk, R., Overland, I., & Suryadi, B. (2023). ASEAN's energy transition: how to attract more investment in renewable energy. *Energy, Ecology and Environment*, 8(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/S40974-022-00261-6/TABLES/6>
- Zaera, M. R. P. (2024). Faktor dan Dampak dari Peningkatan Urbanisasi di DKI Jakarta pada Tahun 2023. *Jurnal Wahana Bina Pemerintahan*, 6(1), 38–42. <https://doi.org/10.55745/JWBP.V6I1.167>