



## The Impact of Urbanization Rate, Per Capita Income, and Carbon Emissions on Renewable Energy Consumption in ASEAN-5 Countries

Rike Vidyana Setyame<sup>1</sup>, Sri Indah Nikensari<sup>2</sup>, Dicky Iranto<sup>3</sup>

[rikevidyanasetya.25@gmail.com](mailto:rikevidyanasetya.25@gmail.com), [indah\\_nikensari@unj.ac.id](mailto:indah_nikensari@unj.ac.id), [dicky@unj.ac.id](mailto:dicky@unj.ac.id)

Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, Indonesia

### ABSTRAK

The phenomenon of climate change, increasing high temperatures, and significant global warming encourages many countries, including the ASEAN-5 Region to make an energy transition through the use of renewable energy and become a solution that can reduce the negative impacts of both economic, social, and environmental from the energy system to sustainability. However, in its implementation, renewable energy is still a challenge, especially economic and social factors for every country in the world, especially in ASEAN-5. This study aims to analyze the effect of urbanization levels, per capita income, and carbon emissions on renewable energy consumption in ASEAN-5 countries (Indonesia, Malaysia, Thailand, Vietnam, and the Philippines) during the period 2015–2023. Using quantitative methods with data sourced from Our World in Data and the World Bank, analyzed using the panel data regression method with the Fixed Effect Model (FEM) approach. The results of the study show that the level of urbanization has a positive relationship and has a significant effect on renewable energy consumption, then per capita income has a positive relationship but does not have a significant effect on renewable energy consumption, and carbon emissions have a negative relationship and have a significant effect on renewable energy consumption. Furthermore, independent variables simultaneously influence renewable energy consumption in ASEAN-5 countries from 2015 to 2023. These findings provide policy implications for governments in realizing the Paris Agreement and sustainable development.

**Kata Kunci:** Carbon Emissions, Renewable Energy Consumption, Per Capita Income, Urbanization Rate

### PENDAHULUAN

Fenomena global yang semakin serius memberikan ancaman pada kelangsungan hidup manusia. Adanya perubahan yang ekstrem mempengaruhi pembangunan ekonomi suatu negara. Saat ini, negara di dunia sedang berkomitmen untuk mencapai pembangunan yang berkelanjutan sesuai dengan yang dijelaskan dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs) terutama poin ketujuh yaitu menyediakan energi terjangkau, andal, dan tersedia. Secara umum negara di dunia sedang mengalami masalah lingkungan yang cukup besar akibat dari kegiatan ekonomi yang tidak bertanggung jawab salah satunya penggunaan energi fosil yang semakin meningkat dapat mengeluarkan emisi gas rumah kaca sehingga menyebabkan perubahan iklim, peningkatan suhu tinggi, dan pemanasan global signifikan yang dapat mengancam perekonomian suatu negara.

Maka dari itu, negara – negara di dunia memiliki motivasi untuk meningkatkan pengurangan emisi karbon gas rumah kaca melalui perjanjian *Paris Agreement* dengan konsep "Net Zero Emission". Hal ini memberikan tantangan baru karena dihadapi dengan kondisi permintaan energi yang mendesak tetapi harus dibarengi dengan kebutuhan untuk mengatasi perubahan iklim. Oleh sebab itu, perlu adanya perhatian khusus dan upaya yang dilakukan oleh setiap negara untuk segera melakukan transisi energi yaitu beralih dari konsumsi energi fosil ke konsumsi energi terbarukan yang lebih rendah karbon dan lebih ramah lingkungan.

Konsumsi energi terbarukan adalah suatu kegiatan penggunaan energi terbarukan yang bersumber dari alam dapat diperbaharui secara alami untuk memenuhi kebutuhan sehari – hari. Dalam pertumbuhan ekonomi energi berperan penting karena untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia, mendorong kegiatan manufaktur, pertanian dan transportasi. Dampak positif yang diperoleh suatu negara ketika mampu mengatasi penggunaan energi terbarukan yaitu meningkatkan keamanan energi sedangkan dampak negatifnya ketergantungan terhadap energi fosil semakin tinggi dan krisis energi. Kawasan *Association of Southeast Asian Nations* (ASEAN) adalah Kawasan kerja sama regional negara – negara yang berada di Asia Tenggara di dirikan melalui Deklarasi Bangkok yang fokus pada bidang ekonomi, pendidikan, sosial, budaya, perdamaian dan stabilitas regional. ASEAN merupakan kawasan dengan pertumbuhan ekonomi yang kuat dan pesat sebesar 4,1%, di perkirakan pada tahun 2024 akan naik menjadi 4,6% dan 2025 4,7%.

Pertumbuhan ekonomi ASEAN sejalan dengan konsumsi energi. Hal ini yang menjadi alasan mengapa permintaan energi di ASEAN meningkat setiap tahunnya karena merupakan konsumen energi terbesar keempat secara global. *International Energy Agency* (2024) mengungkapkan bahwa permintaan energi di ASEAN selama dua tahun ini meningkat 3% pertahun dan diperkirakan berlanjut sampai 2040 dan berkontribusi terhadap pertumbuhan energi global sebesar 25%. Namun, peningkatan permintaan energi ini menjadi suatu masalah yang serius bagi Kawasan ASEAN terutama dalam keamanan energi yang memadai dan kualitas lingkungan. Masalah ini terjadi karena hampir 75% dari permintaan energi di Kawasan ASEAN merupakan energi fosil yang mengakibatkan emisi gas rumah kaca tumbuh 3,8% per tahun (Noor & Saputra, 2020).

Ada beberapa ancaman yang akan dialami ketika menggunakan energi fosil antara lain menipisnya cadangan minyak bumi dan batu bara menyebabkan ketahanan energi terancam dan meningkatnya polusi memberikan dampak yang cukup besar terutama pada kesehatan publik seperti yang sudah terjadi di Vietnam menurut analisis *Greenpeace Harvard* mengungkapkan bahwa terjadi kematian prematur sebesar 4.300 per tahun akibat dari PLTU berjalan. dan Filipina mengalami peningkatan penyakit pernapasan serta Di Indonesia pada tahun 2022 menyebabkan 10.500 kematian dan kerugian kesehatan sebesar USD 7,4 miliar akibat dari PLTU batu bara.

Setiap tahunnya jumlah konsumsi energi fosil mengalami peningkatan yang signifikan. Pada tahun 2023 sebagai tahun dengan jumlah konsumsi energi fosil tertinggi sebesar 77.948 kWh sedangkan, untuk konsumsi energi terbarukan tertinggi pada tahun 2022 sebesar 9.614 kWh. Maka dari itu, jumlah konsumsi energi terbarukan setiap tahunnya cenderung mengalami peningkatan tetapi masih kalah jauh dengan jumlah konsumsi energi fosil artinya negara ASEAN-5 memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap konsumsi energi fosil. Peningkatan konsumsi energi fosil mengakibatkan timbulnya emisi karbondioksida yang menyebabkan Gas Rumah Kaca (GRK) dan berdampak pada perubahan iklim dan suhu yang signifikan. ASEAN merupakan kawasan yang berkontribusi cukup tinggi terhadap produksi emisi CO<sub>2</sub> dunia mencapai 7,35% karena emisi karbon sekitar 65% dari total emisi kawasan (Santana & Maria, 2024). Tingginya tingkat emisi di ASEAN membuktikan semakin nyata dampak dari perubahan

iklim yang terjadi.

Dari beberapa masalah tersebut mendesak adanya pergeseran dalam penggunaan energi serta upaya mengatasi perubahan iklim dan pengurangan gas emisi rumah kaca melalui sebuah komitmen berkelanjutan yaitu dengan aksi iklim dengan penandatanganan *Paris Agreement* (Rahmandani et al., 2023). Negara – negara ASEAN menetapkan target netralisasi karbon supaya emisi karbon menjadi *net zero* atau nol. Singapura, Malaysia, Vietnam, Filipina, Laos dan Kamboja pada tahun 2050. Indonesia tahun 2060, dan Thailand tahun 2065.

ASEAN berada dalam titik krusial dengan permintaan energi yang mendesak tetapi disisi lain harus diiringi dengan kebutuhan mendesak untuk mengatasi perubahan iklim yang semakin signifikan. Maka dari itu, perlu adanya kebijakan yang berkelanjutan dengan melakukan transisi energi melalui penggunaan energi terbarukan. Namun, dalam penerapannya energi terbarukan masih menjadi tantangan bagi setiap negara di dunia terutama di ASEAN-5. ASEAN memiliki letak geografis yang strategis dan jumlah sumber daya yang besar. Hal ini memberikan peluang yang sangat besar bagi negara – negara ASEAN dalam meningkatkan konsumsi energi terbarukan. tetapi pada kenyataannya konsumsi energi terbarukan di ASEAN masih rendah. *Institute For Essential Services Reform* (IESR) mengungkapkan bahwa pada tahun 2025 jumlah porsi energi terbarukan dalam total pasokan energi primer ASEAN hanya sebesar 15,6%. Hal ini menunjukkan masih jauh dari target yang ditetapkan sebelumnya yaitu sebesar 23%, meskipun kawasan ASEAN memiliki potensi energi terbarukan sebesar 17 terawatt tetapi potensi ini belum di manfaatkan dengan baik oleh negara – negara di ASEAN.

Setiap negara ASEAN memiliki tingkat pertumbuhan konsumsi energi terbarukan yang berbeda – beda disesuaikan dengan kondisi geografis dan iklim serta kebijakan energi nasional yang diterapkan oleh setiap negara. Tetapi, secara keseluruhan di ASEAN-5 memiliki tingkat pertumbuhan konsumsi energi terbarukan yang cukup bagus meskipun masih dalam kategori rendah, dikarenakan masih sangat bergantung pada energi fosil sebagai sumber energi utama. Menurut data dari *Our world in data* dan diolah oleh penulis negara dengan rata – rata persentase tertinggi adalah Indonesia sebesar 15%. Pada tahun 2023 tingkat pertumbuhan lima negara positif kecuali Vietnam negatif dari 20% menjadi -10% menunjukkan penurunan drastis pada tahun sebelumnya. Padahal jika dilihat dari jumlah konsumsi energi per kapita memiliki jumlah yang paling besar dibandingkan dengan empat negara lain sebesar 3.127 kWh.

Sedangkan, Thailand 2023 mengalami peningkatan persentase dari tahun sebelumnya 3% menjadi 5%, dengan jumlah konsumsi energi terbarukan per kapita sebesar 2.443 kWh menjadi 1.519 kWh. lalu, untuk empat negara lainnya mengalami penurunan persentase seperti Indonesia 15% menjadi 5% dengan jumlah konsumsi energi terbarukan per kapita dari 1.003 kWh menjadi 1.057 kWh. Malaysia 5% menjadi 0% dengan jumlah konsumsi energi terbarukan per kapita 3.074 kWh menjadi 3.070 kWh, dan Filipina 4% menjadi 2% dengan jumlah konsumsi energi terbarukan per kapita dari 610 kWh menjadi 623 kWh. Hal ini menunjukkan bahwa masih banyak potensi energi terbarukan yang belum dimanfaatkan dengan maksimal baik dalam kapasitas maupun pembangkitnya. Maka dari itu, perlu adanya upaya dan kebijakan yang dilakukan oleh pemerintah untuk meningkatkan pertumbuhan konsumsi energi terbarukan, supaya penggunaan energi terbarukan mencapai target, keamanan energi serta kualitas lingkungan semakin terjaga.

Meningkatnya perhatian terhadap energi terbarukan maka perlu memahami faktor – faktor apa saja yang mempengaruhi konsumsi energi terbarukan. Secara khusus energi terbarukan dipengaruhi oleh faktor ekonomi. Dalam penelitian ini hanya fokus tiga faktor yaitu tingkat urbanisasi, pendapatan per kapita, dan emisi karbon. Tingkat urbanisasi sebagai faktor sosial ekonomi yang mempengaruhi konsumsi energi dan kondisi lingkungan karena dapat mendorong kegiatan ekonomi. Pertumbuhan urbanisasi ini didorong oleh infrastruktur di kota

yang semakin mendukung. Semakin banyak penduduk yang tinggal di kota maka konsumsi energi akan semakin meningkat karena orang – orang di kota lebih banyak mengonsumsi energi untuk mendorong kegiatan ekonomi yang lebih padat daripada orang – orang di pedesaan.

Menurut data dari *World Bank* menunjukkan bahwa setiap tahunnya tingkat urbanisasi di negara ASEAN-5 mengalami peningkatan. Tingkat urbanisasi ASEAN meningkat dari 49,5% (2020) menjadi 52,3% (2023), dengan tambahan 15 juta penduduk perkotaan. Tahun 2023 Malaysia sebesar 79%, Indonesia sebesar 59%, Thailand sebesar 54%, Filipina sebesar 48% dan Vietnam sebesar 39%. Tren urbanisasi yang semakin meningkat setiap tahunnya dapat mendorong konsumsi energi terbarukan, hal ini sesuai dengan teori permintaan energi terbarukan yang dikemukakan oleh Alfred Marshall (1890) yang menjelaskan bahwa jumlah energi terbarukan yang diminta dipengaruhi oleh tingkat urbanisasi. Tingkat urbanisasi sebagai proses perpindahan dari desa ke kota yang merupakan persentase populasi perkotaan dari total populasi. Pertumbuhan penduduk perkotaan yang cepat dari tahun ke tahun mengalami peningkatan diringi dengan perubahan gaya hidup yang lebih modern dan peningkatan infrastruktur berdampak pada peningkatan permintaan energi terutama pada energi terbarukan (Damayanti et al., 2020).

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Chen (2018), Lawal (2023), dan Kumaran et al., (2020) yang mengungkapkan bahwa perubahan urbanisasi memiliki pengaruh yang positif dan signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di semua wilayah yaitu 30 provinsi di China tahun 1996-2013, di 30 negara ekonomi terpilih Afrika 1990-2019, dan di ASEAN-4. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Baye et al., (2021) dan Yassin (2021) yang menyatakan bahwa urbanisasi memiliki pengaruh negatif terhadap konsumsi energi terbarukan di 32 negara Afrika tahun 1990 – 2015 dan di ASEAN-9 tahun 1990 - 2010.

Pendapatan per kapita merupakan salah satu komponen pendapatan nasional yang menjadi tolak ukur pertumbuhan ekonomi dan tingkat kesejahteraan masyarakat. Pendapatan per kapita adalah suatu pendapatan rata – rata penduduk suatu negara yang digunakan untuk mengukur tingkat kesejahteraan masyarakat. Sedangkan, Produk Domestik Bruto atau *Gross Domestic Bruto* (GDP) adalah sebagai indikator yang mengukur nilai total output ekonomi suatu negara dibagi dengan jumlah penduduknya pada pertengahan tahun. Jika suatu negara memiliki pendapatan yang tinggi maka penduduknya cenderung akan lebih cepat memilih untuk beralih ke konsumsi energi terbarukan yang ramah lingkungan sehingga memiliki kekuatan untuk memperbaiki lingkungan. Berbeda dengan negara yang berpendapatan rendah mereka cenderung bergantung pada energi tradisional.

Data GDP Per kapita (Current USD) di ASEAN-5 tahun 2015-2023 yang diperoleh dari *World Bank* menunjukkan bahwa setiap tahunnya cenderung mengalami peningkatan yang fluktuatif. Pendapatan per kapita tertinggi pada tahun 2023 adalah Malaysia sebesar 11.379,1 USD dan yang terendah adalah Filipina sebesar 3.804,9 USD. Lalu, setelah Malaysia yang menduduki posisi kedua Thailand sebesar 7.182 USD, setelah itu negara Indonesia dengan pendapatan per kapita 4.876,3 USD dan Vietnam dengan pendapatan per kapita 4,282,1 USD. Pendapatan per kapita faktor penting dalam mendorong pengembangan dan penggunaan energi terbarukan karena negara yang memiliki pendapatan lebih besar memiliki peluang sumber daya yang tinggi. Hal ini sejalan dengan teori *Resource Kuznets Curve* (RKC) merupakan teori yang dikembangkan oleh Kuznets dari teori *Environmental Kuznets Curve* (EKC) yang mulai digunakan tahun 1990-an. Teori *Resource Kuznets Curve* (RKC) merupakan suatu teori dalam ekonomi sumber daya dan energi yang menjelaskan hubungan antara pendapatan per kapita dengan konsumsi energi atau eksploitasi sumber daya alam. Seperti prespektif yang dilakukan oleh Yao (2019) tentang EKC dengan konsumsi energi terbarukan dengan mengajukan

beberapa hipotesis yang diberi nama *Renewable Energy Environmental Kuznets* (RKC) untuk menggambarkan hubungan berbentuk U antara energi terbarukan dengan pendapatan per kapita. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Polat & Naci (2018), Oluoch et al., (2021) dan Polcyn (2022) yang menyatakan bahwa pendapatan per kapita atau GDP per kapita memiliki pengaruh yang positif terhadap konsumsi energi terbarukan di negara maju tahun 2002 – 2014, di 23 negara Afrika Sub – Sharan tahun 1998 – 2014, dan di 10 negara Eropa tahun 2000-2018. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Ergun et al., (2019) dan Grabara et al., (2021) yang mengungkapkan bahwa pendapatan per kapita memiliki pengaruh negatif terhadap konsumsi energi terbarukan di 21 negara Afrika tahun 1990 – 2013 dan di Kazakstan tahun 1992 – 2013 dalam jangka panjang. Tingkat konsumsi energi terbarukan akan membaik seiring dengan peningkatan pendapatan per kapita karena terdapat pendapatan yang siap untuk dibelanjakan guna mengembangkan teknologi hijau yang dapat mengembangkan konsumsi energi terbarukan. Selain pendapatan per kapita, adapun faktor lain yang mempengaruhi konsumsi energi terbarukan yaitu emisi karbon.

Emisi karbon merupakan indikator untuk menilai kualitas lingkungan karena mempengaruhi tingkat polusi. Emisi karbon adalah suatu proses pelepasan gas karbon ke atmosfer terutama dalam bentuk karbondioksida dan gas rumah kaca lainnya ke atmosfer bumi yang terjadi secara alami maupun buatan dari kegiatan manusia seperti pembakaran energi fosil. Sedangkan, Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) per kapita adalah jumlah total emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh suatu negara dibagi dengan jumlah penduduknya yang dinyatakan dalam ton setara karbondioksida (CO<sub>2</sub>e) per orang per tahun. Meningkatnya emisi CO<sub>2</sub> akan berkontribusi dalam meningkatnya emisi gas rumah kaca yang dapat menghambat pertumbuhan konsumsi energi terbarukan.

Data emisi GRK Per kapita di ASEAN-5 tahun 2015 - 2023 dalam satuan ton yang diperoleh dari *Our World in Data* menunjukkan bahwa setiap tahunnya emisi gas rumah kaca mengalami peningkatan yang fluktuatif. Pada tahun 2023 jumlah emisi GRK per kapita tertinggi adalah Malaysia sebesar 11,8 ton per orang, Indonesia sebesar 6,8 ton per orang, Thailand sebesar 5,8 ton per orang, Vietnam 5,3 ton per orang dan terakhir Filipina 2,5 ton per orang. Data tersebut menunjukkan adanya peningkatan jumlah emisi gas rumah kaca per kapita dari tahun 2022 ke 2023.

Adanya peningkatan tersebut dapat menghambat pertumbuhan konsumsi energi terbarukan. Hal ini sejalan dengan teori Arthur Cecil Pigou (1920) memperkenalkan teori eksternalitas dalam kerangka kesejahteraan ekonomi dalam bukunya yang berjudul "*The Economics of Welfare*". Pigou menyatakan bahwa ketika suatu kegiatan ekonomi menimbulkan kerugian sosial yang tidak tercermin dalam harga pasar maka intervensi diperlukan untuk mengoreksi kegagalan pasar. Dalam kerangka teori eksternalitas Pigou (1920) emisi karbon mencerminkan biaya sosial yang tidak diinternalisasi dalam harga energi tetapi dalam hal ini emisi karbon tetap sebagai sinyal tekanan lingkungan yang dapat mempengaruhi perubahan perilaku konsumsi termasuk pergeseran menuju energi terbarukan.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Polcyn et al (2022), Ibrahiem & Hanafy (2021) dan Chen (2018) yang mengungkapkan bahwa emisi CO<sub>2</sub> memberikan pengaruh positif terhadap konsumsi energi terbarukan di tiga negara Afrika utara tahun 1971-2014, di 10 negara Eropa tahun 2000 – 2018 dan 30 provinsi China tahun 1996-2013 artinya ketika emisi CO<sub>2</sub> meningkat maka konsumsi energi terbarukan juga meningkat dan sebaliknya. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Kang et al., (2021) dan Oluoch et al., (2021) yang mengungkapkan bahwa emisi CO<sub>2</sub> memberikan pengaruh negatif terhadap konsumsi energi terbarukan di negara Asia Selatan tahun 1990 – 2019 dan 23 negara Sub – Sahara tahun 1990 – 2019.

Berdasarkan fenomena yang telah dijelaskan di atas dapat diketahui bahwa ASEAN-5 merupakan kawasan yang jumlah konsumsi energinya cukup besar dan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi setiap tahunnya cenderung mengalami peningkatan bahkan sebagai kawasan dengan pertumbuhan ekonomi tercepat, tetapi di sisi lain, penggunaan energi fosil yang masih dominan menimbulkan masalah kualitas lingkungan yang dapat digambarkan melalui peningkatan emisi gas rumah kaca masih terjadi di setiap negara tahun. Peningkatan konsumsi energi terbarukan tidak terlepas dari faktor – faktor yang mempengaruhinya seperti tingkat urbanisasi, pendapatan per kapita, dan emisi karbon. Maka dari itu, terdapat perbedaan atau gap antara teori dengan kenyataan di lapangan serta terdapat hasil yang bersifat inkonsisten dalam penelitian – penelitian sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana pengaruh tingkat urbanisasi, pendapatan per kapita, dan emisi karbon terhadap konsumsi energi terbarukan di negara ASEAN-5 tahun 2015 – 2023. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pemerintah dalam menetapkan kebijakan tentang peningkatan konsumsi energi terbarukan dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan.

## METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersifat kuantitatif. Dalam penelitian ini yang menjadi objek penelitian adalah konsumsi energi terbarukan dengan menggunakan indikator konsumsi energi terbarukan per kapita yang diukur dengan *Kilowatt – hours* (kWh) sebagai variabel dependen, lalu variabel tingkat urbanisasi menggunakan indikator persentase populasi perkotaan diukur dalam persen, variabel pendapatan per kapita menggunakan indikator *Gross Domestic Bruto* (GDP) per kapita USD, dan variabel emisi karbon menggunakan indikator emisi gas rumah kaca per kapita dalam satuan ton sebagai variabel independen. Sedangkan, untuk subjek penelitian ini adalah lima negara di ASEAN meliputi Indonesia, Malaysia, Thailand, Vietnam, dan Filipina pada tahun 2015-2023. Dengan menggunakan objek dan subjek penelitian tersebut maka peneliti ingin mengetahui bagaimana pengaruh tingkat urbanisasi, pendapatan per kapita, dan emisi karbon terhadap konsumsi energi terbarukan di negara ASEAN-5 tahun 2015-2023.

Dalam penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*. Populasi dalam penelitian ini adalah data *time series* selama 9 tahun  $t = 9$  dari tahun 2015 – 2023 sedangkan, data *Cross section* yang diambil dari 5 negara ASEAN meliputi Indonesia, Malaysia, Thailand, Vietnam, dan Filipina sehingga (n) adalah 5 maka jumlah sampelnya adalah  $9 \times 5 = 45$  sampel. Teknik pengumpulan data penelitian ini adalah menggunakan pendekatan *ex post facto* karena penelitian ini menggunakan data peristiwa yang sudah terjadi. Penelitian *Ex post facto* merupakan suatu penelitian yang dilaksanakan untuk meneliti kejadian yang sudah terjadi dan selanjutnya meruntut ke belakang untuk mengetahui faktor – faktor yang mempengaruhi peristiwa tersebut. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari *Our World in Data* dan *World Bank*. Sebagai pendukung lainnya peneliti menggunakan buku referensi, jurnal, dan *browsing website internet* yang berhubungan dengan konsumsi energi terbarukan.

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis regresi data panel menggunakan aplikasi *E-views 12*. Data panel adalah gabungan dari data *time series* dengan *cross section*. Analisis regresi data panel adalah metode regresi yang dipakai pada data penelitian yang bersifat panel. Model persamaan regresi data panel dalam penelitian ini dapat dituliskan sebagai berikut :

$$KET = \beta_0 + \beta_1 TU_{it} + \beta_2 PP_{it} + \beta_3 EK_{it} + eit$$

Keterangan :

KET = Konsumsi Energi Terbarukan (Variabel dependen)

TU = Tingkat Urbanisasi (Variabel independen)

PP = Pendapatan Per kapita (Variabel Independen)

EK = Emisi Karbon (Variabel Independen)

$t$  = Periode waktu (2015-2023)

$i$  = lima Negara ASEAN

$\beta$  = Konstanta

$e$  = Error (Variabel lain)

Untuk mengestimasi parameter model regresi dengan data panel dapat dilakukan dengan tiga pendekatan yaitu *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM), dan *Random Effect Model* (REM). Lalu, Ada tiga uji untuk memilih teknik estimasi regresi data panel atau model regresi data panel yang paling tepat dalam penelitian ini antara lain uji *Chow*, uji *Hausman*, dan uji *Langrange Multiplier* (LM). Selanjutnya, uji asumsi klasik dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat masalah dalam data regresi atau tidak. Jika model tidak terdapat multikolinearitas, autokorelasi, dan heteroskedastisitas maka hasil estimasi dinyatakan memenuhi persyaratan *Best Linear Unbiased Estimator* (BLUE). Selain itu, uji asumsi klasik digunakan untuk mengetahui bagaimana pengaruh variabel independen (X) terhadap variabel dependen (Y), sehingga peneliti memaki analisis regresi untuk membandingkan dua variabel atau lebih yang berbeda. Beberapa uji asumsi klasik yang harus dilakukan yaitu uji normalitas, uji heteroskedastisitas, uji multikolinearitas, dan uji autokorelasi. Kemudian, pengujian hipotesis meliputi uji parsial (uji  $t$ ), uji simultan (uji  $F$ ), dan koefisien determinasi ( $R^2$ ).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Statistik Deskriptif

Analisis statistik deskriptif adalah metode analisis statistik yang digunakan untuk memberikan gambaran tentang subjek penelitian berdasarkan data variabel yang didapatkan dari kelompok subjek tertentu. Secara umum, analisis statistik deskriptif disajikan dalam tabel distribusi frekuensi atas variabel yang diteliti. Analisis statistik deskriptif digunakan untuk menganalisis data dan memberikan penjelasan tentang mean, minimum, maksimum, dan standar deviasi dari data tersebut. Dari pengujian data yang dilakukan, di bawah ini adalah hasil dari uji statistik deskriptif dalam penelitian ini :

**Tabel 1 Hasil Analisis Statistik Deskriptif**

Date: 08/01/25 Time: 20:12

Sample: 2015 2023

	KET	TU	PP	EK
Mean	1508.267	53.40000	5600.762	6.651111
Median	1382.000	51.00000	4116.400	6.000000
Maximum	3484.000	79.00000	11748.10	15.00000
Minimum	281.0000	34.00000	2577.600	2.300000
Std. Dev.	927.3811	13.44078	2857.024	3.431182

Sumber : Hasil pengolahan Eviews 12 oleh penulis (2025)

Berdasarkan tabel 1 yang menunjukkan hasil analisis statistik deskriptif, maka dapat dilihat bahwa selama periode pengamatan pada variabel dependen yaitu konsumsi energi terbarukan yang merupakan konsumsi energi terbarukan per kapita di negara ASEAN-5 tahun 2015-2023 diperoleh nilai mean konsumsi energi terbarukan sebesar 1508.267. Lalu, nilai standar deviasi sebesar 927.3811, nilai tersebut menunjukkan adanya variasi besar dan penyebaran luas dikarenakan adanya perbedaan kebijakan energi di masing – masing negara.

Kemudian, konsumsi energi terbarukan paling maksimum sebesar 3484.000 kWh diperoleh oleh negara Vietnam pada tahun 2022. Sedangkan, jumlah konsumsi energi terbarukan paling minimum sebesar 281.0000 kWh diperoleh oleh negara Indonesia tahun 2015. Lalu nilai median konsumsi energi terbarukan sebesar 1382.000, nilai tersebut menunjukkan lebih kecil daripada nilai mean yang artinya terdapat data ekstrem (outlier) di bagian atas.

Pada variabel independen adalah tingkat urbanisasi yang merupakan persentase populasi perkotaan dari total populasi di negara ASEAN-5 tahun 2015-2023. Berdasarkan tabel 1 hasil uji analisis statistik deskriptif, diperoleh nilai mean tingkat urbanisasi sebesar 53.40000 (53.4%). Lalu nilai median sebesar 51.00000 nilai tersebut mendekati nilai mean artinya data cukup seimbang. Selanjutnya, nilai standar deviasi sebesar 13.44078 nilai tersebut menunjukkan nilai standar deviasi sedang artinya setiap negara memiliki tingkat urbanisasi yang berbeda – beda. Kemudian, tingkat urbanisasi maksimum sebesar 79.00000 (79%) diperoleh oleh negara Malaysia pada tahun 2023 dan paling minimum sebesar 34.00000 (34%) diperoleh oleh negara Vietnam tahun 2015.

Pada variabel pendapatan per kapita yang merupakan *Gross Domestic Product* (GDP) per kapita *Current US\$* di negara ASEAN-5 tahun 2015 – 2023. Berdasarkan tabel 1 hasil uji analisis deskriptif diperoleh nilai mean pendapatan per kapita sebesar 5.600.762. Lalu nilai median sebesar 4.116.400. Nilai standar deviasi sebesar 28.577.024, yang menunjukkan bahwa adanya ketimpangan antara negara Indonesia dan Vietnam cenderung rendah daripada Malaysia atau Thailand. Kemudian, pendapatan per kapita maksimum sebesar 11.748.10 diperoleh oleh negara Malaysia pada tahun 2022 dan minimum sebesar 2.577.600 diperoleh oleh negara Vietnam pada tahun 2015.

Pada variabel independen adalah emisi karbon merupakan gas rumah kaca per kapita di negara ASEAN-5 tahun 2015-2023. Berdasarkan tabel 1 hasil uji analisis statistik deskriptif diperoleh nilai mean sebesar 6.651111 ton CO<sub>2</sub> per kapita. Lalu, nilai median sebesar 6.000 000 lebih rendah dari nilai mean artinya distribusi data lebih ke arah kanan dimana ada negara atau tahun dengan emisi karbon sangat tinggi. Lalu, nilai standar deviasi sebesar 3.431182 artinya variabilitas sedang sampai tinggi hal ini tergantung faktor seperti kebijakan lingkungan dan lainnya. Kemudian, emisi karbon paling maksimum sebesar 15.00000 yaitu negara Malaysia pada tahun 2015 dan nilai minimum sebesar 2.300000 yaitu negara Filipina pada tahun 2020.

### Analisis Regresi Data Panel

Teknik analisis yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis regresi data panel menggunakan Eviews 12. Analisis data panel atau regresi data panel diartikan sebagai metode regresi yang digunakan pada data penelitian yang bersifat panel. Berdasarkan hasil pengujian berikut merupakan model persamaan regresi data panel dalam penelitian ini yang telah ditransformasikan ke dalam bentuk persamaan Log-Lin atau Logaritma – Linear yaitu variabel Y atau konsumsi energi terbarukan di-log sedangkan variabel X yaitu tingkat urbanisasi, pendapatan per kapita, dan emisi karbon tetap dalam bentuk asli. Model persamaan regresi data panel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$KET = 2.667118 + 0.087392TU + 8.38E-05PP - 0.103976EK$$

Model persamaan regresi tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Nilai koefisien regresi variabel tingkat urbanisasi bernilai positif (+) sebesar 0.087392 menjelaskan setiap kenaikan 1% tingkat urbanisasi, maka konsumsi energi terbarukan akan mengalami peningkatan sebesar 0.087392% atau 8,7% dengan asumsi koefisien atau variabel lainnya dianggap konstan.
- 2) Nilai koefisien regresi variabel pendapatan per kapita bernilai positif (+) sebesar 8.38E-05 yang menunjukkan bentuk eksponensial dari angka desimal 0.0000838 yang

menjelaskan bahwa setiap kenaikan 1% USD pendapatan per kapita, maka konsumsi energi terbarukan akan mengalami peningkatan sebesar 0.00883% dengan asumsi koefisien atau variabel lainnya dianggap konstan atau setiap kenaikan 1.000 USD pendapatan per kapita maka konsumsi energi terbarukan akan meningkat sebesar 8.38% dengan asumsi koefisien atau variabel lainnya dianggap konstan.

- 3) Nilai koefisien regresi variabel emisi karbon bernilai negatif (-) sebesar -0.103976, hal ini menjelaskan setiap kenaikan 1% emisi karbon, maka konsumsi energi terbarukan akan mengalami penurunan sebesar 10.4% dengan asumsi koefisien atau variabel lainnya dianggap konstan.

### Uji Kesesuaian Model

Pada analisis regresi data panel dilakukan uji kesesuaian model terlebih dahulu, model regresi terdapat tiga pendekatan yaitu *common effect model*, *fixed effect model*, dan *random effect model*. Dilakukan pengujian ketiga model tersebut untuk menentukan model mana yang lebih sesuai atau lebih baik digunakan untuk penelitian ini. Berikut merupakan uji kesesuaian model :

#### a. Uji Chow

Uji Chow dilakukan dengan tujuan untuk menentukan model *Fixed Effect Model* atau *Common Effect Model* yang paling tepat dalam mengestimasi data panel dengan melihat nilai *Chi-square* atau *F-test* apakah nilai probabilitasnya (*p-value*) lebih kecil atau lebih besar dari alpha (0.05).

**Tabel 2 Hasil Uji Chow**

Redundant Fixed Effects Tests			
Equation: Untitled			
Test cross-section fixed effects			
Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	82.503586	(4,37)	0.0000
Cross-section Chi-square	103.251736	4	0.0000

Sumber : Hasil pengolahan Eviews 12 oleh penulis (2025)

Berdasarkan tabel 2 hasil uji chow , menunjukkan bahwa nilai Prob. F 0.0000 < 0.05 maka sesuai syarat keputusan pada model uji chow sehingga model yang terbaik digunakan adalah *Fixed Effect Model* (FEM).

#### b. Uji Hausman

Uji Hausman dilakukan untuk memilih apakah model *fixed effect* atau *random effect* yang paling tepat digunakan dalam mengestimasi data panel yang mengikuti nilai *Chi-square* statistic atau *cross section random* dengan melihat nilai probabilitasnya (*p-value*) lebih besar atau lebih kecil dari alpha (0,05).

**Tabel 3 Hasil Uji Hausman**

Correlated Random Effects - Hausman Test			
Equation: Untitled			
Test cross-section random effects			
Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	15.898667	3	0.0012

Sumber : Hasil pengolahan Eviews 12 oleh penulis (2025)

Berdasarkan tabel 3 hasil uji hausman, menunjukkan bahwa nilai Prob *chi squares* 0.0012 < 0.05, maka sesuai syarat keputusan pada model uji hausman yang terbaik digunakan adalah *Fixed Effect Model* (FEM).

### c. Uji Lagrange Multiplier (LM)

Uji Lagrange Multiplier bertujuan untuk mengetahui apakah model *random effect* baik dari pada metode *common effect* (OLS) yang mengikuti nilai probabilitas *Breusch -Pagan* dengan melihat nilai probabilitasnya apakah lebih besar atau lebih kecil dari alpha (0,05).

**Tabel 4 Hasil Uji Lagrange Multiplier**

Lagrange Multiplier Tests for Random Effects  
Null hypotheses: No effects  
Alternative hypotheses: Two-sided (Breusch-Pagan) and one-sided (all others) alternatives

	Test Hypothesis		
	Cross-section	Time	Both
Breusch-Pagan	32.90378 (0.0000)	0.853786 (0.3555)	33.75756 (0.0000)
Honda	5.736181 (0.0000)	0.924006 (0.1777)	4.709463 (0.0000)
King-Wu	5.736181 (0.0000)	0.924006 (0.1777)	5.217047 (0.0000)
Standardized Honda	12.92798 (0.0000)	1.079208 (0.1402)	3.541806 (0.0002)
Standardized King-Wu	12.92798 (0.0000)	1.079208 (0.1402)	4.979045 (0.0000)
Gourieroux, et al.	--	--	33.75756 (0.0000)

Sumber : Hasil pengolahan Eviews 12 oleh penulis (2025)

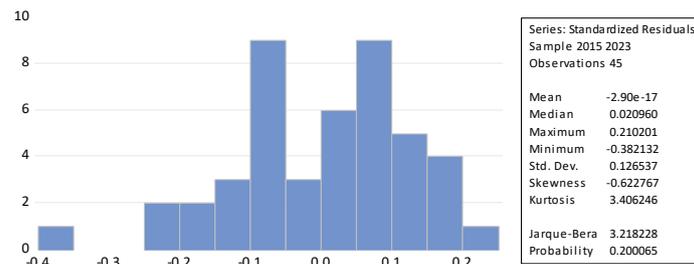
Berdasarkan tabel 4 hasil uji lagrange multiplier, menunjukkan bahwa nilai prob. *Breusch - Pagan*  $0.0000 < 0.05$  maka sesuai syarat keputusan pada model uji lagrange multiplier maka model yang terpilih dan terbaik digunakan adalah *Random Effect Model* (REM).

Setelah dilakukan uji chow, uji hausman, dan uji lagrange multiplier maka dapat ditarik kesimpulan bahwa model yang terbaik untuk digunakan dalam penelitian ini adalah *Fixed Effect Model* (FEM) karena berdasarkan hasil uji hausman menunjukkan bahwa nilai *Prob chi squares*  $0.0012 < 0.05$  maka sesuai dengan syarat keputusan model uji hausman bahwa model terbaik yang digunakan adalah *Fixed Effect Model* (FEM).

### Uji Asumsi Klasik

#### a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk menguji apakah nilai residual yang dihasilkan dari regresi terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas yang dilakukan menggunakan aplikasi Eviews 12 dengan metode *Jarque-bera*. Berikut ini adalah gambar grafik hasil uji normalitas.



**Gambar 1** Garfik Hasil Uji Normalitas

Sumber : Hasil pengolahan Eviews 12 oleh penulis (2025)

Berdasarkan gambar1 grafik hasil uji normalitas , maka dapat dilihat bahwa nilai prob. *Jarque – Bera* sebesar  $0.200065 > 0.05$  artinya nilai tersebut lebih besar dari 0.05 sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian ini data berdistribusi normal.

#### b. Uji Heterokedastisitas

Uji heteroskedastisitas dilakukan dengan tujuan untuk melihat apakah model dalam regresi terjadi ketidaksamaan varians dari residul untuk semua pengamatan pada model regresi. Uji heteroskedastisitas dapat dilakukan menggunakan uji glejser yaitu yaitu meregresikan nilai absolut residual dengan variabel independen. Ketentuan yang digunakan yaitu jika nilai prob *ci square* pada *Obs\*R-Squared* lebih dari 0,05 maka hipotesis nol diterima, yang berarti tidak ada masalah heteroskedastisitas. Tetapi, dalam penelitian ini karena adanya keterbatasan Eviews maka dalam melakukan uji formal heteroskedastisitas pada struktur data panel dengan model *Fixed Effect Model* (FEM) menggunakan pendekatan alternatif berupa uji regresi manual terhadap nilai absolut residual (ABS(RESID)) atau Glejser Test sederhana. Uji ini dilakukan dengan cara meregresikan nilai absolut residual hasil model regresi utama terhadap seluruh variabel independen yaitu tingkat urbanisasi, pendapatan per kapita, dan emisi karbon.

**Tabel 5** Hasil Uji Heteroskedastisitas

Dependent Variable: ABS(RESID)  
 Method: Panel Least Squares  
 Date: 08/01/25 Time: 20:30  
 Sample: 2015 2023  
 Periods included: 9  
 Cross-sections included: 5  
 Total panel (balanced) observations: 45

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.212832	0.544608	0.390798	0.6982
TU	-0.000897	0.011763	-0.076295	0.9396
PP	-6.82E-06	3.25E-05	-0.209916	0.8349
EK	-0.003804	0.016536	-0.230031	0.8193

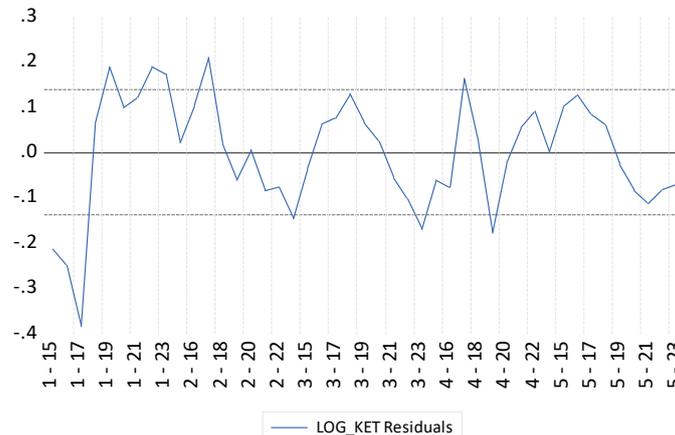
Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)			
R-squared	0.348731	Mean dependent var	0.101390
Adjusted R-squared	0.225518	S.D. dependent var	0.074149
S.E. of regression	0.065254	Akaike info criterion	-2.461233
Sum squared resid	0.157551	Schwarz criterion	-2.140049
Log likelihood	63.37774	Hannan-Quinn criter.	-2.341499
F-statistic	2.830305	Durbin-Watson stat	2.327441
Prob(F-statistic)	0.018185		

Sumber : Hasil pengolahan Eviews 12 oleh penulis (2025)

Berdasarkan tabel 5 menunjukkan uji heteroskedastisitas dengan residual abs(resid) secara manual (Glejser tes sederhana) yaitu variabel tingkat urbanisasi memiliki nilai prob.  $0.9396 > 0.05$ . Lalu, variabel pendapatan per kapita Prob.  $0.8349 >$

0.05 dan yang terakhir variabel emisi karbon dengan nilai prob.  $0.8193 > 0.05$ . nilai – nilai tersebut menunjukkan bahwa seluruh variabel independen memiliki nilai probabilitas di atas 0.05 artinya tidak ada variabel yang secara signifikan mempengaruhi nilai absolut residual. Hal ini menyimpulkan bahwa model regresi tidak mengalami masalah heteroskedastisitas atau lolos uji heteroskedastisitas dengan kata lain varian dari residual bersifat konstan. Jadi, model *Fixed Effect Model* (FEM) telah memenuhi asumsi homoskedastisitas.



**Gambar 2 Grafik Hasil Uji Heteroskedastisitas secara visual**

Sumber : Hasil pengolahan Eviews 12 oleh penulis (2025)

Berdasarkan gambar 2 grafik hasil uji heteroskedastisitas secara visual bahwa grafik residual (warna biru) tidak menunjukkan pola sistematis seperti pola kipas atau pola tren yang meningkat atau menurun. Selain itu, nilai residual terdistribusi secara acak di sekitar garis nol dan tidak membentuk pola menyebarkan atau mengerucut serta fluktuasi residual masih dalam batas wajar dan tidak menunjukkan varian yang berubah secara mencolok yaitu nilai tertinggi sebesar 0.21 dan nilai terendah -0.38. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat indikasi heteroskedastisitas atau lolos uji heteroskedastisitas secara visual sehingga asumsi homoskedastisitas terpenuhi (Napitupulu et al., 2021). Berdasarkan hasil uji melalui regresi  $\text{abs}(\text{resid})$  dan uji heteroskedastisitas melalui grafik residual secara visual maka dapat disimpulkan bahwa model regresi tidak mengalami masalah heteroskedastisitas atau lolos uji heteroskedastisitas artinya uji asumsi klasik tentang homoskedastisitas terpenuhi.

### c. Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas dilakukan pada saat model regresi menggunakan variabel independen lebih dari satu. Multikolinearitas artinya adanya hubungan linear antar variabel independen sehingga akan memberikan dampak yaitu banyak variabel independen yang tidak signifikan mempengaruhi variabel dependen. Namun, nilai koefisien determinasi tetap tinggi.

**Tabel 6 Hasil Uji Multikolinearitas**

	TU	PP	EK
TU	1.000000	0.864584	0.829389
PP	0.864584	1.000000	0.841075
EK	0.829389	0.841075	1.000000

Sumber : Hasil pengolahan Eviews 12 oleh penulis (2025)

Berdasarkan tabel 6 hasil uji multikolinearitas, dapat dilihat bahwa hubungan linear antara variabel tingkat urbanisasi dengan pendapatan per kapita diperoleh nilai  $0.864584 < 0.90$  artinya nilai tersebut kurang dari 0.90 maka tidak terjadi

multikolinearitas lalu, hubungan linear antara variabel tingkat urbanisasi dengan variabel emisi karbon diperoleh nilai  $0.829389 < 0.90$  artinya nilai tersebut kurang dari 0.90 maka tidak terjadi multikolinearitas. Kemudian, hubungan linear antara variabel pendapatan per kapita dengan emisi karbon diperoleh nilai  $0.841075 < 0.90$  artinya nilai tersebut kurang dari 0.90 maka tidak terjadi multikolinearitas. Jadi, berdasarkan hasil tabel 6 dapat disimpulkan bahwa setiap variabel independen yaitu tingkat urbanisasi, pendapatan per kapita, dan emisi karbon tidak terjadi multikolinearitas.

#### d. Uji Autokorelasi

Autokorelasi adalah korelasi antara sesama urutan pengamatan dari waktu ke waktu. Tujuan dari autokorelasi adalah untuk menguji apakah dalam suatu regresi linear ada korelasi anantara residual. Jika terjadi autokorelasi maka dalam persamaan regresi linear tersebut terdapat masalah.

**Tabel 7 Hasil Uji Autokorelasi**

Cross-section fixed (dummy variables)			
R-squared	0.964991	Mean dependent var	7.111637
Adjusted R-squared	0.958368	S.D. dependent var	0.676282
S.E. of regression	0.137988	Akaike info criterion	-0.963486
Sum squared resid	0.704508	Schwarz criterion	-0.642301
Log likelihood	29.67843	Hannan-Quinn criter.	-0.843752
F-statistic	145.6967	Durbin-Watson stat	0.831655
Prob(F-statistic)	0.000000		

Sumber : Hasil pengolahan Eviews 12 oleh penulis (2025)

Berdasarkan tabel 7 hasil uji autokorelasi, diperoleh nilai *Durbin-Watson stat* sebesar 0.831655 sehingga sesuai dengan kriteria D.W di antara -2 sampai +2 sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa tidak ada autokorelasi.

### Pengujian Hipotesis

#### a. Uji Parsial (Uji t)

Uji t dilakukan untuk menguji hipotesis secara parsial untuk menunjukkan pengaruh variabel independen secara individu terhadap variabel dependen. Uji t adalah pengujian koefisien regresi masing – masing variabel independen terhadap variabel dependen untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen.

**Tabel 8 Hasil Uji t**

Dependent Variable: LOG KET  
Method: Panel Least Squares  
Date: 08/01/25 Time: 20:38  
Sample: 2015 2023  
Periods included: 9  
Cross-sections included: 5  
Total panel (balanced) observations: 45

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.667118	1.151638	2.315935	0.0262
TU	0.087392	0.024875	3.513309	0.0012
PP	8.38E-05	6.87E-05	1.219083	0.2305
EK	-0.103976	0.034967	-2.973581	0.0052

Sumber : Hasil pengolahan Eviews 12 oleh penulis (2025)

Uji hipotesis untuk masing – masing variabel independen berdasarkan hasil analisis pada tabel adalah sebagai berikut :

- 1) Variabel tingkat urbanisasi memiliki nilai *t-Statistic* sebesar 0.087392 dengan nilai probabilitas (signifikansi) sebesar  $0.0012 < 0.05$  sehingga dapat disimpulkan dari hasil tersebut menerima  $H_1$  dan menolak  $H_0$  artinya tingkat urbanisasi berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan.
- 2) Variabel pendapatan per kapita memiliki nilai *t-Statistic* sebesar  $8.38E-05$  dengan nilai probabilitas (signifikansi) sebesar  $0.2305 > 0.05$ . Sehingga dapat disimpulkan dari hasil tersebut menolak  $H_1$  dan menerima  $H_0$  artinya pendapatan per kapita tidak berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan.
- 3) Variabel emisi karbon memiliki nilai *t-Statistic* sebesar -0.103976 dengan nilai probabilitas (signifikansi) sebesar  $0.0052 < 0.05$  sehingga dapat disimpulkan dari hasil tersebut menerima  $H_1$  dan menolak  $H_0$  artinya emisi karbon berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan.

#### b. Uji Simultan (Uji F)

Uji F adalah pengujian hubungan regresi secara simultan yang bertujuan untuk mengetahui apakah seluruh variabel independen bersama - sama memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel dependen.

**Tabel 9 Hasil Uji F**

Effects Specification			
Cross-section fixed (dummy variables)			
R-squared	0.964991	Mean dependent var	7.111637
Adjusted R-squared	0.958368	S.D. dependent var	0.676282
S.E. of regression	0.137988	Akaike info criterion	-0.963486
Sum squared resid	0.704508	Schwarz criterion	-0.642301
Log likelihood	29.67843	Hannan-Quinn criter.	-0.843752
F-statistic	145.6967	Durbin-Watson stat	0.831655
Prob(F-statistic)	0.000000		

Sumber : Hasil pengolahan Eviews 12 oleh penulis (2025)

Berdasarkan hasil analisis pada tabel 9 diperoleh nilai *F-statistic* sebesar 145.6967 dengan nilai probabilitas (*F-statistic*) sebesar  $0.000000 < 0.05$  sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa variabel independen yaitu tingkat urbanisasi, pendapatan per kapita, dan emisi karbon secara bersama – sama berpengaruh terhadap variabel dependen yaitu konsumsi energi terbarukan.

#### c. Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Koefisien determinasi ( $R^2$ ) merupakan alat yang digunakan untuk mengukur seberapa jauh kemampuan model menerapkan variasi variabel dependen.

**Tabel 10 Hasil Koefisien Determinasi ( $R^2$ )**

Effects Specification			
Cross-section fixed (dummy variables)			
R-squared	0.964991	Mean dependent var	7.111637
Adjusted R-squared	0.958368	S.D. dependent var	0.676282
S.E. of regression	0.137988	Akaike info criterion	-0.963486
Sum squared resid	0.704508	Schwarz criterion	-0.642301
Log likelihood	29.67843	Hannan-Quinn criter.	-0.843752
F-statistic	145.6967	Durbin-Watson stat	0.831655
Prob(F-statistic)	0.000000		

Sumber : Hasil pengolahan Eviews 12 oleh penulis (2025)

Berdasarkan hasil analisis pada table di atas, diperoleh nilai *Adjusted R-squared* sebesar 0.958368 sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa kontribusi pengaruh variabel tingkat urbanisasi, pendapatan per kapita, dan emisi karbon terhadap konsumsi energi terbarukan sebesar 95% sedangkan sisanya sebesar 5% dipengaruhi oleh variabel – variabel lain yang tidak digunakan dalam penelitian ini.

## **Pembahasan**

### **Pengaruh Tingkat Urbanisasi terhadap Konsumsi Energi Terbarukan**

Berdasarkan hasil pengujian variabel tingkat urbanisasi memiliki hubungan positif dan berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan. Hasil penelitian ini menerima hipotesis pertama yaitu tingkat urbanisasi memiliki pengaruh positif terhadap konsumsi energi terbarukan. Nilai signifikansi dapat dilihat pada tabel 8 yang menunjukkan nilai signifikan untuk variabel tingkat urbanisasi sebesar  $0.0012 < 0.05$  dan Nilai koefisien regresinya adalah bernilai positif yaitu sebesar 0.087392. Maka dari itu, variabel tingkat urbanisasi dapat dikatakan memiliki hubungan positif dan berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di negara ASEAN-5 tahun 2015-2023.

Nilai koefisien regresinya adalah bernilai positif yaitu sebesar 0.087392, nilai ini menunjukkan adanya hubungan positif bahwa setiap terjadi penambahan 1% tingkat urbanisasi, maka akan meningkatkan konsumsi energi terbarukan sebesar 8.7% karena variabel konsumsi energi terbarukan sudah dilogaritma dengan asumsi koefisien atau variabel lainnya dianggap konstan. Oleh karena itu, dengan melihat hasil analisis menunjukkan bahwa antara tingkat urbanisasi dengan konsumsi energi terbarukan memiliki hubungan positif dan berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di ASEAN-5 tahun 2015-2023.

Hal ini terjadi karena tingkat urbanisasi di negara ASEAN-5 meliputi Indonesia, Malaysia, Thailand, Vietnam, dan Filipina tersebut setiap tahunnya mengalami peningkatan. Tingkat urbanisasi ASEAN meningkat dari 49,5% (2020) menjadi 52,3% (2023) dengan tambahan 15 juta penduduk perkotaan. Dari kelima negara tingkat urbanisasi tertinggi tahun 2023 adalah Malaysia sebesar 79%, disusul dengan Indonesia sebesar 59%, Thailand sebesar 54%, Filipina sebesar 48% dan terakhir Vietnam sebesar 39%.

Selain itu, menurut *International Energy Agency* (IEA) mengungkapkan bahwa di ASEAN tingkat urbanisasi yang meningkat cepat menyebabkan permintaan listrik meningkat terutama pada sektor rumah tangga dan transportasi. Di kota – kota besar permintaan tersebut dipenuhi lewat hydro kecil dan biomassa. Misalnya di Indonesia seperti Surabaya mengadopsi program PLTS atap sejak 2021 melalui Peraturan Menteri ESDM No.26/2021. Tren tingkat urbanisasi yang terus meningkat setiap tahunnya dapat mendorong konsumsi energi terbarukan.

Hasil penelitian ini sejalan dan menerima teori permintaan energi terbarukan oleh Alfred Marshall 1890 menjelaskan bahwa pertumbuhan penduduk perkotaan yang cepat dari tahun ke tahun mengalami peningkatan diiringi dengan perubahan gaya hidup yang lebih modern dan peningkatan infrastruktur berdampak pada peningkatan permintaan energi terutama energi terbarukan karena kota sebagai pusat inovasi memiliki akses infrastruktur dan teknologi lebih besar terutama mengenai tren dan isu lingkungan seperti perubahan iklim dan polusi hal ini memberikan kesadaran dan dorongan untuk beralih ke energi yang lebih bersih serta dengan gaya hidup yang lebih modern dan berkelanjutan menyebabkan preferensi seseorang terhadap energi terbarukan meningkat karena orang di kota cenderung mengutamakan kenyamanan dan lebih sadar terhadap dampak lingkungan.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mengungkapkan bahwa tingkat urbanisasi memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan seperti yang dilakukan oleh Kang et al (2021) di empat negara Asia Selatan tahun 1990-2019, Lawal (2023) di 30 negara ekonomi terpilih Afrika 1990—2019, Chen (2018) di 30 provinsi di

China tahun 1996-2013, dan Kumaran et al., (2020) di ASEAN-4. Namun, penelitian ini terbalik dengan penelitian yang dilakukan oleh Baye et al., (2021) yang menyatakan bahwa tingkat urbanisasi memiliki pengaruh negatif terhadap konsumsi energi terbarukan di 32 negara Afrika tahun 1990 – 2015.

### **Pengaruh Pendapatan Per Kapita terhadap Konsumsi Energi Terbarukan**

Berdasarkan hasil pengujian variabel pendapatan per kapita memiliki hubungan positif tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di negara ASEAN-5 tahun 2015-2023. Hasil penelitian ini menolak hipotesis kedua yaitu pendapatan per kapita memiliki pengaruh positif terhadap konsumsi energi terbarukan. Nilai signifikansi dapat dilihat pada table 8 yang menunjukkan bahwa nilai signifikansi untuk variabel pendapatan per kapita sebesar  $0.2305 > 0.05$ , nilai tersebut menunjukkan lebih besar dari 0.05 dan Nilai koefesien regresinya adalah sebesar  $8.38E-05$  sehingga dapat dikatakan pendapatan per kapita memiliki hubungan positif tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di negara ASEAN-5 tahun 2015-2023.

Nilai koefesien regresinya adalah sebesar  $8.38E-05$  yang menunjukkan bentuk eksponensial dari angka desimal 0.0000838 yang menjelaskan bahwa setiap terjadi kenaikan 1% USD pendapatan per kapita maka akan meningkatkan konsumsi energi terbarukan sebesar 0.00838%. atau setiap kenaikan 1.000 USD pendapatan per kapita maka konsumsi energi terbarukan akan meningkat sebesar 8.38% dengan asumsi koefesien atau variabel lainnya dengan konstan. Oleh karena itu, dengan melihat hasil analisis menunjukkan bahwa antara pendapatan per kapita dengan konsumsi energi terbarukan memiliki hubungan positif tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di negara ASEAN-5 tahun 2015-2023. Alasan tidak berpengaruh signifikan dikarenakan pendapatan per kapita di negara ASEAN-5 masih berada pada level menengah bawah seperti Indonesia sebesar 4.876,3 USD, Filipina sebesar 3.804,9 USD, Vietnam sebesar 4.282,1 USD. Thailand sebesar 7.182 dan Malaysia sebesar 11.379,1 USD. Selain itu, akses terhadap energi terbarukan masih sangat terbatas dan mahal meskipun pendapatan per kapita meningkat akses terhadap teknologi energi terbarukan masih terbatas dikarenakan memerlukan biaya investasi awal yang tinggi dan sulit dijangkau oleh masyarakat menengah ke bawah maka dari itu, banyak penduduk yang masih memilih energi fosil karena lebih murah dan tidak membutuhkan modal awal yang besar.

Kemudian, di negara ASEAN-5 subsidi energi fosil masih tinggi contohnya Indonesia yang mengalokasikan ratusan triliun sebesar Rp. 551 triliun pada tahun 2022 untuk subsidi energi fosil setiap tahun hal ini menciptakan distorsi harga akibatnya masyarakat tidak merasa perlu untuk beralih ke energi terbarukan meskipun pendapatannya naik. Jadi, meskipun pendapatan per kapita di negara ASEAN-5 meningkat tetapi belum cukup tinggi,merata,disertai insentif yang kuat serta tanpa adanya dukungan oleh kebijakan pemerintah yang progresif, dan pembangunan infrastruktur energi terbarukan untuk mendorong konsumsi energi terbarukan. Hasil penelitian ini menolak teori Kuznet yaitu *Resource Kuznets Curve* (RKC) atau *Renewable Energy Environmental Kuznets* (RKC) untuk menggambarkan hubungan berbentuk U antara energi tebarukan dengan pendapatan per kapita yang dikemukakan oleh (Yao et al., 2019). Teori RKC menjelaskan bahwa hubungan pendapatan per kapita dengan konsumsi energi terbarukan yaitu ketika pendapatan per kapita meningkat maka konsumsi energi terbarukan akan meningkat setelah melewati titik balik tertentu. Namun, banyak negara ASEAN-5 belum mencapai titik balik (*turning point*) karena pendapatan per kapita di negara ASEAN-5 tergolong menengah ke bawah sehingga memilih energi fosil sebagai pilihan utama dikarenakan harganya murah.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Afriyanti (2020) yang menyatakan bahwa pendapatan per kapita tidak berpengaruh signifikan terhadap

konsumsi energi terbarukan di Indonesia tahun 1990 – 2018 dan Attiaoui (2017) yang menyatakan bahwa pendapatan per kapita tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di 22 negara Afrika. Namun, penelitian ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pendapatan per kapita memiliki hubungan positif terhadap konsumsi energi terbarukan seperti yang dilakukan oleh da Silva et al (2018) di 17 negara Sub-Saharan Afrika tahun 1990-2014, Baye (2021) di 32 negara Afrika Sub-Saharan tahun 1990-2015, Polat (2018) di 85 negara maju dan berkembang tahun 2002-2014, Polcyn et al, (2022) di 10 negara Eropa tahun 2000-2018, dan Lawal (2023) di 30 negara ekonomi terpilih Afrika tahun 1990-2019 yang menyatakan Namun, penelitian ini terbalik dengan Ergun et al., (2019) yang menyatakan bahwa pendapatan per kapita memiliki pengaruh negatif terhadap konsumsi energi terbarukan di 21 negara Afrika tahun 1990 – 2013.

### **Pengaruh Emisi Karbon terhadap Konsumsi Energi Terbarukan**

Berdasarkan hasil pengujian variabel pendapatan emisi karbon memiliki hubungan negatif dan berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di negara ASEAN-5 tahun 2015-2023. Hasil penelitian ini menolak hipotesis ketiga yaitu emisi karbon memiliki pengaruh negatif terhadap konsumsi energi terbarukan. Nilai signifikansi dapat dilihat pada tabel 8 yang menunjukkan bahwa nilai signifikansi untuk variabel emisi karbon  $0.0052 < 0.05$  nilai tersebut menunjukkan lebih kecil dari 0.05 kemudian nilai koefisien regresinya adalah sebesar -0.103976, sehingga dapat dikatakan emisi karbon memiliki hubungan negatif dan berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di negara ASEAN-5 tahun 2015-2023.

Nilai koefisien regresinya adalah sebesar -0.103976 menunjukkan bahwa setiap terjadi penambahan 1% emisi karbon maka akan menurunkan konsumsi energi terbarukan sebesar 10.4%, oleh karena itu, dengan melihat hasil analisis menunjukkan bahwa antara emisi karbon dengan konsumsi energi terbarukan memiliki hubungan negatif dan berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di negara ASEAN-5 tahun 2015-2023. Hal ini dikarenakan di negara ASEAN-5 masih sangat bergantung pada energi fosil. Permintaan energi masih sangat didominasi oleh energi fosil sebesar 75% bahkan sebagian besar pembangkit listrik di negara ASEAN-5 masih menggunakan batu bara, sehingga semakin tinggi konsumsi energi fosil maka akan semakin tinggi emisi karbon akibatnya konsumsi energi terbarukan rendah karena belum menjadi prioritas utama. Setiap tahunnya jumlah emisi karbon terutama emisi gas rumah kaca mengalami peningkatan yang fluktuatif. Pada tahun 2023 Malaysia sebagai negara dengan jumlah emisi gas rumah kaca per kapita tertinggi yaitu sebesar 11,8 ton per orang. Di susul oleh Indonesia sebesar 6,8 ton per orang, Thailand sebesar 5,8 ton per orang, Vietnam sebesar 5,3 ton per orang dan Filipina sebesar 2,5 ton per orang. Berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa emisi gas rumah kaca dapat menghambat pertumbuhan konsumsi energi terbarukan.

Lalu, kebijakan dan komitmen lingkungan di negara ASEAN-5 masih lemah karena tidak semua negara memiliki *carbon tax* atau mekanisme pasar karbon yang kuat untuk mekanisme pasar karbon. Selain itu, banyak negara di ASEAN-5 yang sudah mempunyai dokumen target energi terbarukan namun implementasinya masih lambat dikarenakan koordinasi lintas sektor yang masih lemah, masih tinggi ketergantungan pada investor asing, dan hambatan birokrasi serta perizinan. Misalnya di Vietnam memiliki kebijakan *Feed-in Tariff* (FiT) tetapi masih sering terjadi penundaan regulasi lanjutan, lalu di Indonesia RUU Energi Baru dan Terbarukan tertunda pembahasannya selama bertahun – tahun. Selain itu, keterbatasan infrastruktur negara ASEAN-5 belum mempunyai jaringan listrik dan teknologi penyimpanan (batrui, grid) yang memadai untuk mendukung energi terbarukan seperti di Filipina dan Vietnam mempunyai potensi angin dan surya yang tinggi namun, transmisi listrik

dari daerah penghasil ke daerah pengguna masih lemah serta banyak proyek PLTS (panel surya) gagal disambungkan ke grid karena keterbatasan infrastruktur. Maka dari itu, pertumbuhan permintaan energi di negara ASEAN-5 termasuk dalam kategori yang cepat sehingga energi terbarukan tidak dapat memenuhi permintaan tersebut dikarenakan pembangkit energi terbarukan memerlukan waktu konstruksi dan perencanaan yang cukup lama akibatnya energi fosil tetap dijadikan solusi dalam jangka pendek yang menyebabkan emisi karbon naik dan konsumsi energi terbarukan turun.

Hasil penelitian ini mendukung dan menerima teori eksternalitas Pigou (1920) yang menyatakan bahwa emisi karbon sebagai bentuk eksternalitas negatif akan menimbulkan biaya sosial yang lebih besar dan sebagai sinyal bahwa terjadi kegagalan pasar sehingga diperlukan peran eksternal melalui regulasi. Pigou menyarankan pajak pigovian yang mengenakan beban pada pihak yang mencemari supaya aktivitas yang menghasilkan eksternalitas negatif menjadi lebih mahal, tetapi dalam hal ini negara ASEAN-5 belum berhasil menginternalisasi eksternalitas tersebut. Akibatnya biaya sosial dari emisi belum tercermin dalam harga energi fosil sehingga energi terbarukan tetap kalah bersaing. Jadi, meskipun emisi karbon meningkat tidak ada dorongan untuk beralih ke energi terbarukan oleh karena itu, emisi karbon memiliki hubungan negatif dan pengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di negara ASEAN-5 tahun 2015-2023.

Lalu, penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa emisi CO<sub>2</sub> memiliki hubungan negatif dan pengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan seperti yang dilakukan oleh Oluoch et al (2021) di 23 negara Afrika Sub Sahar tahun 1998-2014, Kang et al, (2021) di empat negara Asia Selatan tahun 1990 - 2019, dan Lawal (2023) di 30 negara ekonomi terpilih Afrika tahun 1990 – 2019. Namun, hasil penelitian ini terbalik dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa emisi CO<sub>2</sub> memiliki pengaruh positif terhadap konsumsi energi terbarukan seperti yang dilakukan oleh Polcyn (2022) di 10 negara Eropa tahun 2000-2018 dan Ibrahiem (2021) di tiga negara Afrika utara yaitu Mesir, Maroko, dan Tunisia tahun 1971 – 2014.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji kesesuaian model yang telah dilakukan maka memperoleh model regresi yang terbaik dalam penelitian ini yaitu *Fixed Effect Model* (FEM) dan secara keseluruhan lolos uji asumsi klasik meliputi uji normalitas, uji heteroskedastisitas, uji multikolinearitas, dan uji autokorelasi. Dari model regresi data panel *Fixed Effect Model* (FEM) maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Tingkat Urbanisasi memiliki hubungan positif dan berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di negara ASEAN-5 tahun 2015-2023. Artinya ketika tingkat urbanisasi meningkat maka konsumsi energi terbarukan akan mengalami peningkatan dengan asumsi koefisien atau variabel lainnya dianggap konstan.
2. Pendapatan Per Kapita memiliki hubungan positif tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di negara ASEAN-5 tahun 2015-2023. Artinya ketika pendapatan per kapita mengalami kenaikan maka konsumsi energi terbarukan akan mengalami peningkatan dengan asumsi koefisien atau variabel lainnya dianggap konstan.
3. Emisi Karbon memiliki hubungan negatif dan berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan di negara ASEAN-5 tahun 2015-2023. Artinya setiap kenaikan emisi karbon maka konsumsi energi terbarukan akan mengalami penurunan dengan asumsi koefisien atau variabel lainnya dianggap konstan.

Penelitian ini memiliki keterbatasan diantaranya hanya mencakup beberapa negara saja yaitu lima negara meliputi Indonesia, Malaysia, Thailand, Vietnam, dan Filipina dan periode

(time series) dalam penelitian ini terbatas adalah lima tahun terhitung dari tahun 2015-2023. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan lokasi penelitian yang lebih luas seperti seluruh negara di ASEAN supaya pembahasan lebih kongkrit, diharapkan menggunakan variabel – variabel independen lainnya yang dapat mempengaruhi konsumsi energi terbarukan dan diharapkan dapat menggunakan rentan waktu yang lebih panjang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanti, Y., Sasana, H., & Jalunggono, G. (2020). *Analisis Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Konsumsi Energi Terbarukan Di Indonesia*.
- Attiaoui, I., Toumi, H., Ammouri, B., & Gargouri, I. (2017). Causality links among renewable energy consumption, CO2 emissions, and economic growth in Africa: evidence from a panel ARDL-PMG approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(14), 13036–13048. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8850-7>
- Baye, R. S., Olper, A., Ahenkan, A., Musah-Surugu, I. J., Anuga, S. W., & Darkwah, S. (2021). Renewable energy consumption in Africa: Evidence from a bias corrected dynamic panel. *Science of the Total Environment*, 766. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142583>
- Chen, Y. (2018). Factors influencing renewable energy consumption in China: An empirical analysis based on provincial panel data. *Journal of Cleaner Production*, 174, 605–615. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.011>
- da Silva, P. P., Cerqueira, P. A., & Ogbe, W. (2018). Determinants of renewable energy growth in Sub-Saharan Africa: Evidence from panel ARDL. *Energy*, 156, 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.05.068>
- Damayanti, F., Sasana, H., & Destiningsih, R. (2020). Analisis Faktor-Faktor Pendorong Total Konsumsi Energi Akhir Di Indonesia. *Dinamic: Directory Journal Of Economic*, 2(2), 501–514.
- Ergun, S. J., Owusu, P. A., & Rivas, M. F. (2019). Determinants of renewable energy consumption in Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(15), 15390–15405. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04567-7>
- Grabara, J., Tleppayev, A., Dabylova, M., Mihardjo, L. W. W., & Dacko-Pikiewicz, Z. (2021). Empirical research on the relationship amongst renewable energy consumption, economic growth and foreign direct investment in kazakhstan and uzbekistan. *Energies*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/en14020332>
- Ibrahiem, D. M., & Hanafy, S. A. (2021). Do energy security and environmental quality contribute to renewable energy? The role of trade openness and energy use in North African countries. *Renewable Energy*, 179, 667–678. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.07.019>
- Kang, X., Khan, F. U., Ullah, R., Arif, M., Ur Rehman, S., & Ullah, F. (2021). Does foreign direct investment influence renewable energy consumption? Empirical evidence from south asian countries. *Energies*, 14(12). <https://doi.org/10.3390/en14123470>

- Kumaran, V. V., Ridzuan, A. R., Khan, F. U., Abdullah, H., & Mohamad, Z. Z. (2020). An empirical analysis of factors affecting renewable energy consumption in association of Southeast Asian nations-4 countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(2), 48–56. <https://doi.org/10.32479/ijeeep.8142>
- Lawal, A. I. (2023). Determinants of Renewable Energy Consumption in Africa: Evidence from System GMM. *Energies*, 16(5). <https://doi.org/10.3390/en16052136>
- Napitupulu, R. B., P Simanjuntak, T., Hutabarat, L., Damanik, H., Harianja, H. H., Sirati, T.M, R., & Ria, C. E. (2021). *Penelitian Bisnis Teknik dan Analisis Data Dengan SPSS – STATA – EVIEWS edisi 1*. MADENATERA.
- Oluoch, S., Lal, P., & Susaeta, A. (2021). Investigating factors affecting renewable energy consumption: A panel data analysis in Sub Saharan Africa. *Environmental Challenges*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100092>
- Polat, B., & Naci, N. (2018). The Influence of FDI on Energy Consumption in Developing and Developed Countries: A Dynamic Panel Data Approach DYY'ların Gelişmekte ve Gelişmiş Ülkelerde' ki Enerji Tüketimi Üzerindeki Etkisi: Dinamik Panel Veri Analizi. In *Journal of Yasar University* (Vol. 13). [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)
- Polcyn, J., Us, Y., Lyulyov, O., Pimonenko, T., & Kwilinski, A. (2022). Factors influencing the renewable energy consumption in selected european countries. *Energies*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/en15010108>
- Rahmandani, N., Dewi, E. P., Ekonomi, F., Bisnis, D., & Airlangga, U. (2023). Pengaruh Energi Terbarukan, Emisi Karbon, Dan Foreign Direct Investment Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Negara Anggota OKI. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 9 (01), 405–417. <https://doi.org/10.29040/jiei.v9i1.6962>
- Santana, F. R., & Maria, N. S. B. (2024). Determinan Emisi CO2 pada Negara Anggota ASEAN Tahun 2015-2022. *Diponegoro Journal of Economics*, 13(2), 53–68. <https://doi.org/10.14710/djoe.44589>
- Yao, S., Zhang, S., & Zhang, X. (2019). Renewable energy, carbon emission and economic growth: A revised environmental Kuznets Curve perspective. *Journal of Cleaner Production*, 235, 1338–1352. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.07.069>
- Yassin, J. (2021). Macroeconomic Factors and Renewable Energy Consumption in ASEAN Countries: A Dynamic Heterogeneous Panel Approach. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 11(1). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v11-i1/9001>