

Analisis Investasi Energi Terbarukan di ASEAN-5: Pemodelan Panel Dinamis

Arief Ramadhan Rifky Hidayat^{*1}, Wahyudin²

^{1,2}Politeknik Statistika STIS, Jalan Otto Iskandardinata No. 64C, Jakarta Timur, 13330, Indonesia

*Corresponding author: 212011433@stis.ac.id



P-ISSN: 2986-4178
E-ISSN: 2988-4004

Riwayat Artikel

Dikirim: 02 Juni 2024
Direvisi: 20 Juni 2024
Diterima: 27 Oktober 2024

ABSTRAK

ASEAN-5 yang merupakan lima negara anggota dari kawasan *Association of Southeast Asian Nations* (ASEAN) yang terdiri dari Indonesia, Vietnam, Laos, Malaysia, dan Thailand merupakan produsen energi terbarukan yang dominan di ASEAN dan memiliki salah satu potensi energi terbarukan yang termasuk salah satu yang terbesar di dunia. Namun, investasi energi terbarukannya berjalan relatif lambat, fluktuatif, dan tertinggal dibandingkan dengan investasi energi terbarukan dunia, baik dengan kawasan negara maju maupun berkembang. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan investasi energi terbarukan dan menganalisis faktor-faktor yang berpengaruh terhadap investasi energi terbarukan di ASEAN-5. Data investasi energi terbarukan yang digunakan berupa share kapasitas pembangkit listrik energi terbarukan yang bersumber dari *The International Renewable Energy Agency* (IRENA) dengan metode analisis deskriptif (analisis kuadran dan *boxplot*) dan analisis inferensia pemodelan panel dinamis karena investasi merupakan variabel yang dipengaruhi oleh observasi periode sebelumnya. Analisis deskriptif menunjukkan investasi energi terbarukan di beberapa negara ASEAN-5 relatif masih rendah dan secara umum terdapat indikasi kesenjangan di antara negara-negara tersebut. Adapun analisis inferensia menunjukkan bahwa *lag* investasi energi terbarukan berpengaruh terhadap investasi energi terbarukan, ukuran pasar tidak terbukti berpengaruh positif terhadap investasi energi terbarukan, penanganan korupsi dan kebebasan investasi berpengaruh positif terhadap investasi energi terbarukan. Adapun inflasi tidak terbukti berpengaruh negatif terhadap investasi energi terbarukan.

Kata Kunci: Investasi, Energi Terbarukan, Panel Dinamis.

ABSTRACT

ASEAN-5, which is the five member countries of the Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) consisting of Indonesia, Vietnam, Laos, Malaysia, and Thailand, is the dominant renewable energy producer in ASEAN and has one of the largest renewable energy potentials in the world. However, its renewable energy investment is relatively slow, fluctuating, and lagging behind world renewable energy investment, both in developed and developing countries. This study aims to describe renewable energy investment and analyze the factors that influence renewable energy investment in ASEAN-5. The renewable energy investment data used is in the form of renewable energy power plant capacity share sourced from The International Renewable Energy Agency (IRENA) with descriptive analysis methods (quadrant and boxplot analysis) and dynamic panel modeling inference analysis because investment is a variable influenced by previous period observations. Descriptive analysis shows that renewable energy investment in several ASEAN-5 countries is still relatively low and in general there are indications of incompatibility between these countries. Meanwhile, inferential analysis shows that renewable energy investment lag has an effect on renewable energy investment, market size has not been proven to have a positive effect on renewable energy investment, handling of corruption and investment freedom have a positive effect on renewable energy investment. While inflation has not been proven to have a negative effect on renewable energy investment.

Keywords: *Investment, Renewable Energy, Dynamic Panel.*

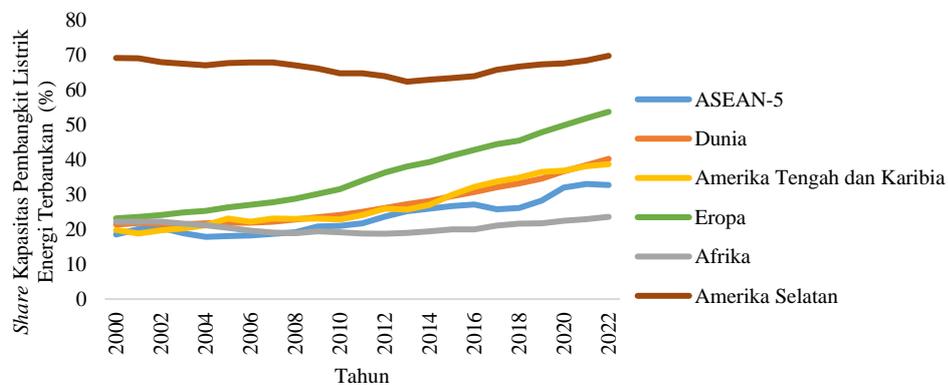
1. Pendahuluan

Urgensi transisi energi terbarukan tentunya menjadi masalah di seluruh dunia, tidak terkecuali di kawasan *Association of Southeast Asian Nations* (ASEAN) yang merupakan kawasan kerja sama regional negara-negara Asia Tenggara yang didirikan melalui Deklarasi Bangkok dengan fokus terhadap bidang ekonomi, pendidikan, sosial, budaya, perdamaian, dan stabilitas regional. Dalam laporan *ASEAN Plan Action for Energy Cooperation (APAEC) 2016-2025 Phase II: 2021-2025* yang juga didukung oleh KTT ke-43 ASEAN pada tahun 2023, ASEAN berfokus pada masalah energi khususnya percepatan transisi energi terbarukan [1]. Hal tersebut diakibatkan perubahan kualitas lingkungan dapat mengancam ketahanan pangan kawasan ASEAN dan secara geografis, banyak populasi negara ASEAN yang berada di wilayah pesisir sehingga dampak perubahan iklim akibat penggunaan energi konvensional dapat merusak wilayah ini dengan kecepatan yang belum pernah terjadi sebelumnya [2].

Dalam konteks transisi energi global, investasi sebagai sumber pendanaan energi terbarukan menjadi hal yang sangat penting dalam menekan ketergantungan dunia pada energi konvensional seperti minyak mentah, batu bara, dan gas alam [3]. Hal ini terjadi disebabkan pendanaan teknologi energi terbarukan justru lebih padat modal dibandingkan

industri energi konvensional seperti fosil [4]. Sementara itu, kebutuhan investasi untuk transisi energi terbarukan sangatlah besar di mana ASEAN memerlukan pendanaan 3.7 triliun dolar AS atau Rp56,729 triliun untuk mencapai persentase 90% kapasitas produksi energi terbarukan pada sektor kelistrikan di tahun 2050 [5]. Laporan IRENA menunjukkan bahwa produksi energi terbarukan ASEAN didominasi oleh lima negara yaitu Indonesia, Vietnam, Laos, Malaysia, dan Thailand yang selanjutnya disebut ASEAN-5 [6]. Selama periode 2018-2021, produksi energi terbarukan negara ASEAN-5 lebih tinggi dibandingkan negara ASEAN lainnya dengan kontribusi yang selalu di atas 80% dari total produksi energi terbarukan ASEAN. Selain itu, laporan *The Diplomat* menunjukkan bahwa potensi energi terbarukan di ASEAN-5 termasuk salah satu yang terbesar di dunia karena pertumbuhannya signifikan misalnya potensi energi surya Vietnam yang didukung dengan pemasangan 100,000 panel surya di tahun 2019-2020 [7].

Investasi energi terbarukan di dalam penelitian ini menggunakan satuan kuantitas berupa *share* kapasitas pembangkit listrik energi terbarukan terhadap total kapasitas pembangkit listrik sebagaimana yang pernah digunakan pada penelitian sebelumnya [8]. Ditinjau dari kebutuhan investasi dan potensi energi terbarukan yang sangat besar, kenyataannya realisasi investasi energi terbarukan di ASEAN-5 mengalami permasalahan karena masih berada di bawah rata-rata dunia dengan pertumbuhan yang relatif lambat dan fluktuatif sebagaimana yang ditunjukkan oleh Gambar 1. Secara rinci, investasi energi terbarukan ASEAN-5 selama periode 2000-2022 menunjukkan ketertinggalan ASEAN-5 tidak hanya dengan kawasan negara maju seperti Eropa, tetapi juga dengan kawasan negara berkembang lainnya seperti Amerika Latin yang terdiri dari Amerika Tengah, Karibia, dan Amerika Selatan. Selain itu, pertumbuhan investasi energi terbarukan di ASEAN-5 juga relatif lambat dan fluktuatif yang ditunjukkan *share* kapasitas pembangkit listrik energi terbarukan yang hanya berkisar 20%-30% selama periode tersebut dengan adanya penurunan di periode tertentu. Hal tersebut mengindikasikan masalah investasi energi terbarukan di ASEAN-5 yang perlu ditingkatkan demi mempercepat transisi energi terbarukan dan mencapai target 90% *share* kapasitas pembangkit listrik di tahun 2050.



Sumber: IRENA, diolah.

Gambar 1. *Share* Kapasitas Pembangkit Listrik Energi Terbarukan (%) ASEAN-5, Dunia, dan Kawasan Lain Tahun 2000-2022

Berdasarkan uraian sebelumnya, investasi energi terbarukan di ASEAN-5 penting diteliti sehingga penelitian ini disusun bertujuan untuk memberikan gambaran investasi energi terbarukan dan mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap investasi energi terbarukan di ASEAN-5 agar investasi energi terbarukan di kawasan ini dapat terus ditingkatkan. Penelitian lain mengenai ekonomi lingkungan cenderung berfokus pada masalah produksi dan konsumsi energi terbarukan serta emisi lingkungan, tetapi jarang berfokus pada masalah investasi yang sebenarnya merupakan pokok masalah dari ekonomi lingkungan. Selain itu, investasi energi terbarukan di ASEAN khususnya ASEAN-5 masih

jarang diteliti mengingat kawasan ini merupakan kawasan negara berkembang dan banyak penelitian lain yang hanya berfokus pada lokus negara-negara maju. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan memperbanyak bukti empiris mengenai investasi energi terbarukan di negara berkembang. Tentunya dalam mendorong investasi energi terbarukan, perlu diidentifikasi terlebih dahulu variabel-variabel yang berpengaruh terhadap investasi energi terbarukan. Berdasarkan Teori Model Akselerator Fleksibel [9], Teori Eklektik *Ownership-Location-Internalisation* [10], Teori Prinsipal Agen [11], Teori Biaya Transaksi [12], dan kajian penelitian-penelitian terkait, diturunkan variabel yang dapat menggambarkan investasi energi terbarukan di antaranya *lag* investasi energi terbarukan, ukuran pasar, penanganan korupsi, kebebasan investasi, dan inflasi.

Pendekatan panel dinamis digunakan dalam penelitian ini karena masih jaranganya penelitian terkait di ASEAN yang menggunakan pendekatan tersebut, padahal proses investasi memiliki sifat yang dinamis [13]. Selain itu, investasi sebagai suatu konsep ekonomi cenderung memiliki hubungan yang dinamis karena umumnya variabel ekonomi memiliki hubungan yang berkelanjutan dari periode sebelumnya. Oleh karena itu, pendekatan panel dinamis di sini penting digunakan karena penelitian ini membahas hubungan dinamis dari investasi khususnya investasi energi terbarukan.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Investasi Energi Terbarukan

Investor dihadapkan pada pilihan untuk membiayai aktivitas lingkungan yang tidak berkelanjutan dan menghasilkan emisi CO_2 tinggi atau membiayai kegiatan ekonomi yang rendah karbon dan berkelanjutan seperti energi terbarukan [14]. Pilihan yang diambil oleh investor dalam menanamkan modalnya berperan besar dalam membentuk lingkungan dan perekonomian di masa yang akan datang. Investasi adalah peningkatan stok kapital yang berhubungan dengan pajak, biaya untuk sewa modal, suku bunga, dan produk marjinal modal [15]. Energi terbarukan (*green energy* atau *sustainable energy*) adalah sumber energi yang didapatkan dari aliran energi alami yang sifatnya persisten (terus-menerus) [16]. Adapun investasi energi terbarukan merupakan *subset* dari *green investment* yang merujuk pada peningkatan modal yang khusus dalam pengembangan energi terbarukan dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan [17].

2.1.2 Teori Mengenai Investasi Energi Terbarukan

Teori Model Akselerator Fleksibel menjelaskan bahwa investasi energi terbarukan dipengaruhi oleh *lag*-nya ditinjau dari sifat variabel investasi yang merupakan variabel yang memiliki proses dinamis. *Lag* investasi energi terbarukan adalah amatan investasi energi terbarukan pada periode sebelumnya. Sesuai Teori Model Akselerator Fleksibel, struktur *lag* dimasukkan untuk menangkap kedinamisan proses investasi termasuk untuk menangkap kelambanan dalam pembentukan ekspektasi yang tentunya disesuaikan dengan nilai periode sebelumnya.

Teori Eklektik *Ownership-Location-Internalisation* menjelaskan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi investasi adalah ukuran pasar. Ukuran pasar dianggap sebagai penentu investasi yang paling kuat [19] karena berkaitan dengan permintaan pasar. Semakin besar ukuran pasar, maka sesuai Teori Eklektik *Ownership-Location-Internalisation*, keunggulan *ownership* dan kesempatan investasi semakin besar pula sehingga mendorong perusahaan menanamkan modalnya ke negara tuan rumah. Ukuran pasar yang semakin besar membuat permintaan energi yang dihadapi oleh sebuah negara semakin tinggi [20] sehingga tuntutan produksi energi termasuk energi terbarukan harus didorong melalui peningkatan investasi energi terbarukan.

Teori Prinsipal Agen menjelaskan bahwa asimetri informasi yang terjadi antara prinsipal (investor) dan agen (pengelola dana investasi) dapat menimbulkan tindakan korupsi oleh agen yang mengelola dana investasi. Hal ini membuat variabel penanganan korupsi menjadi salah satu pendorong investor untuk menanamkan modalnya termasuk pada investasi pada energi terbarukan. Korupsi pada dasarnya menaikkan harga dari nilai sebenarnya sehingga membahayakan efisiensi pasar [21]. Penurunan kasus korupsi yang ditandai dengan penanganan korupsi yang lebih baik dari suatu wilayah menjadi hal penting untuk meningkatkan investasi energi terbarukan.

Teori Biaya Transaksi menjelaskan bahwa investasi yang dianggap sebagai transaksi tidak hanya dipengaruhi oleh besaran transaksi itu sendiri, melainkan juga dipengaruhi oleh biaya untuk melakukan transaksi seperti biaya *ex ante*, biaya saat transaksi berlangsung, dan biaya *ex post*. Kebebasan investasi sendiri merupakan kondisi minimnya kendala dalam memindahkan aliran modal investasi baik secara internal di dalam negeri maupun luar negeri [22]. Berkaitan dengan teori tersebut, negara tuan rumah yang memiliki kebebasan investasi yang tinggi menarik perhatian investor karena biaya transaksi berupa pengurusan investasi yang lebih rendah sehingga meningkatkan partisipasi dalam proyek energi terbarukan sebagaimana penelitian [23]. Inflasi adalah kondisi harga barang yang secara umum naik terus-menerus [24]. Pengaruh inflasi terhadap investasi energi terbarukan juga dapat dijelaskan dengan Teori Biaya Transaksi di mana inflasi dapat menyebabkan kenaikan harga, ketidakpastian pendapatan, dan adanya ancaman risiko yang meningkat sehingga dapat meningkatkan biaya transaksi. Hal ini membuat investor di sektor energi terbarukan kesulitan untuk memastikan pendapatannya di masa depan sehingga dapat menurunkan investasi energi terbarukan.

2.2 Cakupan Penelitian

Data pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh berdasarkan teori dan penelitian terkait yang membahas investasi energi terbarukan. Variabel-variabel yang digunakan pada lokus ASEAN-5 selama periode 2013-2022 untuk menganalisis mengenai investasi energi terbarukan diperoleh dari situs *The International Renewable Energy Agency (IRENA)*, *World Bank*, dan *The Heritage Foundation* dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 1 Keterangan Variabel Penelitian yang Digunakan

Variabel	Simbol	Definisi Operasional
Investasi energi terbarukan dalam satuan persentase (%) dengan sumber data dari <i>The International Renewable Energy Agency (IRENA)</i> .	IET	<i>Share</i> kapasitas pembangkit listrik energi terbarukan terhadap total kapasitas pembangkit listrik. Penggunaan <i>proxy</i> ini sejalan dengan penelitian [8]. Pengukuran investasi dengan satuan moneter tidak digunakan karena hanya data yang tersedia hanya memuat investasi yang dilakukan pemerintah. Energi terbarukan yang dimaksud terdiri dari fotovoltaik surya, energi panas matahari, energi angin darat, energi angin lepas pantai, pembangkit listrik tenaga air terbarukan, tanaman hidro campuran, penyimpanan yang dipompa, energi kelautan, biofuel padat, sampah kota yang dapat diperbarui, biofuel cair, biogas, dan energi panas bumi.
Ukuran pasar dalam satuan ribu USD dengan sumber data dari World Bank.	UP	PDB per kapita adalah produk domestik bruto dibagi jumlah penduduk pada pertengahan tahun. PDB adalah jumlah total nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh produsen dalam perekonomian, ditambah pajak produksi dan dikurangi subsidi yang tidak termasuk dalam nilai produk. Data PDB per kapita menggunakan harga konstan tahun 2015. Penggunaan <i>proxy</i> ini sejalan dengan penelitian [25].

Variabel	Simbol	Definisi Operasional
Penanganan korupsi dalam satuan ranking persentil dengan sumber data dari World Bank.	PK	Persepsi sejauh mana kekuasaan publik digunakan untuk kepentingan pribadi, termasuk bentuk korupsi kecil dan besar, serta “pengambilalihan” negara oleh elit dan kepentingan swasta. Peringkat persentil menunjukkan peringkat suatu negara di antara semua negara yang dicakup oleh indikator agregat dengan 0 untuk peringkat terendah, dan 100 untuk peringkat tertinggi. Penggunaan <i>proxy</i> ini sejalan dengan penelitian [26].
Kebebasan investasi dalam satuan poin dengan sumber data dari The Heritage Foundation.	KI	Kebebasan terkait pembayaran, transfer, dan transaksi modal. Penggunaan <i>proxy</i> ini sejalan dengan penelitian Fleta-Asin & Munoz [23].
Inflasi dalam satuan persentase (%) dengan sumber data dari World Bank.	IF	Tingkat perubahan harga di seluruh perekonomian. Deflator PDB implisit adalah rasio PDB dalam mata uang lokal terhadap PDB dalam mata uang lokal yang konstan. Penggunaan <i>proxy</i> ini sejalan dengan penelitian Fadly [20].

2.3 Metode Analisis

Secara umum, terdapat dua jenis analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis deskriptif dan analisis inferensia. Alat bantu yang digunakan dalam analisis deskriptif yaitu Microsoft Excel 2019, sedangkan Stata versi 17 digunakan untuk analisis inferensia. Analisis statistik deskriptif digunakan untuk mengetahui gambaran umum investasi energi terbarukan di ASEAN-5 menggunakan *boxplot*. Selanjutnya, analisis deskriptif juga dilakukan pada variabel independen untuk mengetahui gambaran antara variabel independen terhadap investasi energi terbarukan di ASEAN-5 dengan menggunakan *boxplot* dan analisis kuadran. Analisis inferensia bertujuan untuk mengetahui pengaruh variabel-variabel independen terhadap investasi energi terbarukan di ASEAN-5 selama tahun 2013-2022. Pengaruh variabel-variabel tersebut dapat diketahui dengan menggunakan pemodelan panel dinamis yang menggunakan metode estimasi *Generalized Methods of Moments* (GMM) karena berdasarkan uraian Teori Akselerator Fleksibel yang telah dijelaskan sebelumnya, investasi bersifat dinamis sehingga *lag* investasi energi terbarukan berpengaruh terhadap investasi energi terbarukan yang membuat metode *Ordinary Least Square* (OLS) akan menyebabkan korelasi antara eror dengan variabel *lag* dependen tersebut.

2.4 Regresi Data Panel Dinamis

Banyak variabel ekonomi yang mempunyai sifat dinamis [27]. Hubungan dinamis tersebut dicirikan dengan adanya *lag* variabel dependen sebagai *regressor* dengan model umum sebagai berikut:

$$y_{it} = \delta y_{i,t-1} + \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta} + u_{it} \quad (1)$$

dimana:

- y_{it} : Variabel dependen untuk individu ke-i dan periode waktu ke-t
- δ : Koefisien untuk *lag* variabel dependen untuk individu ke-i pada periode waktu ke-(t - 1)
- $y_{i,t-1}$: Variabel dependen untuk individu ke-i dan periode waktu ke-(t - 1)
- \mathbf{x}'_{it} : Vektor variabel independen untuk observasi ke-i dan periode waktu ke-t berukuran (1 × k)
- $\boldsymbol{\beta}$: Vektor *slope* variabel independen yang berukuran (k × 1)
- u_{it} : Error model untuk individu ke-i dan periode waktu ke-t
- k : Banyak variabel independen

i : Individu ($i = 1, \dots, N$)
 t : Series waktu ($t = 1, \dots, T$)

Keberadaan *lag* variabel dependen ($y_{i,t-1}$) pada ruas kanan persamaan (1) membuatnya berkorelasi dengan error (u_{it}) karena y_{it} adalah fungsi dari u_{it} sehingga $y_{i,t-1}$ juga merupakan fungsi dari u_{it} . Hal ini berimplikasi pada penduga OLS yang bias dan inkonsisten. Oleh karena itu, metode GMM diajukan untuk mengatasi masalah tersebut [28]. Secara umum, terdapat dua metode estimasi parameter GMM yang sering digunakan yaitu *First Difference GMM* dan *System GMM*. Perbedaan keduanya terdapat pada instrumen (variabel untuk mengatasi masalah endogenitas) penghitungan estimasi parameter (δ) yakni instrumen metode *System GMM* yang juga melibatkan instrumen *First Difference GMM* [29]. Adapun proses analisis inferensia yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Mengestimasi parameter pada model dengan menggunakan metode estimasi *First Difference GMM* dan *System GMM*. Adapun α yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 10% dengan spesifikasi model log-lin agar koefisien parameter yang dihasilkan menunjukkan perubahan relatif variabel dependen akibat perubahan absolut nilai *regressor* [30]. Keterangan variabel pada persamaan di bawah merujuk pada Tabel 1.

$$\ln IET_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln IET_{i,t-1} + \beta_2 UP_{it} + \beta_3 PK_{it} + \beta_4 KI_{it} + \beta_5 IF_{it} + u_{it} \quad (2)$$

2. Melakukan uji spesifikasi model baik uji validitas instrumen (Uji Sargan), uji konsistensi parameter (Uji Abond), dan uji ketidakbiasan pada model hasil estimasi *First Difference GMM* dan *System GMM*. Hal ini berbeda dengan metode estimasi OLS yang memerlukan pengujian asumsi klasik seperti normalitas error, homoskedastisitas, nonautokorelasi, dan nonmultikolinearitas.

Tabel 2 Hipotesis Uji Sargan, Uji Abond, dan Uji Ketidakbiasan

Uji Spesifikasi Model	Keterangan
Uji Sargan	H_0 : Variabel instrumen tidak berkorelasi dengan <i>error</i> . H_1 : Variabel instrumen berkorelasi dengan <i>error</i> .
Uji Abond	<i>First Order</i> H_0 : Tidak terdapat korelasi serial pada <i>first order</i> . H_1 : Terdapat korelasi serial pada <i>first order</i> . <i>Second Order</i> H_0 : Tidak terdapat korelasi serial pada <i>second order</i> H_1 : Terdapat korelasi serial pada <i>second order</i>
Uji Ketidakbiasan	Estimator GMM yang tidak bias ditunjukkan dengan nilai koefisien <i>lag</i> (δ) yang lebih besar dari dari penduga <i>Fixed Effect Model</i> (FEM) dan lebih kecil dari penduga <i>Common Effect Model</i> (CEM).

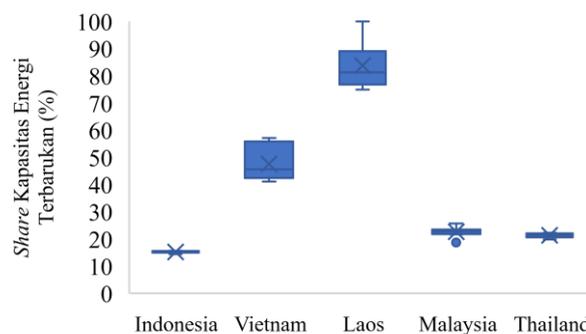
3. Memilih model terbaik di antara metode *First Difference GMM* dan *System GMM* berdasarkan uji spesifikasi model.
4. Menginterpretasikan dan menyimpulkan hasil dari model yang diperoleh.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Deskriptif

Boxplot dari variabel untuk setiap negara ASEAN-5 periode 2013-2022 dapat menampilkan beberapa ukuran penting seperti rata-rata, keragaman, dan pencilan. Rata-rata yang semakin tinggi ditunjukkan dari posisi *boxplot* pada sumbu vertikal yang semakin tinggi juga khususnya pada bagian yang diberi tanda silang di *boxplot*. Begitu pula keragaman yang semakin tinggi ditunjukkan dengan panjang *boxplot* yang semakin besar. Selanjutnya, pencilan ditunjukkan oleh observasi yang berada di luar *whisker boxplot*. Analisis kuadran membagi observasi ke dalam empat kuadran dengan sumbu-X adalah variabel independen yang digunakan dalam penelitian (khususnya ukuran pasar, penanganan korupsi, kebebasan investasi, dan inflasi) dan sumbu-Y adalah variabel dependen yaitu investasi energi terbarukan. Secara umum, jika suatu negara ASEAN-5 berada di kuadran I, maka investasi energi terbarukan yang tinggi di negara tersebut juga didukung dengan nilai variabel independen yang tinggi. Kemudian, jika suatu negara ASEAN-5 terletak di kuadran II, artinya variabel independen di negara tersebut berpengaruh negatif terhadap investasi energi terbarukan dengan kondisi investasi energi terbarukan di negara tersebut yang relatif tinggi. Selanjutnya, jika suatu negara ASEAN-5 berada di kuadran III, artinya nilai variabel independen berpengaruh negatif terhadap investasi energi terbarukan dengan kondisi investasi energi terbarukan di negara tersebut yang relatif rendah. Terakhir, suatu negara ASEAN-5 yang terletak di kuadran IV menunjukkan nilai variabel independen yang rendah berdampak terhadap rendahnya investasi energi terbarukan.

3.1.1. Investasi Energi Terbarukan

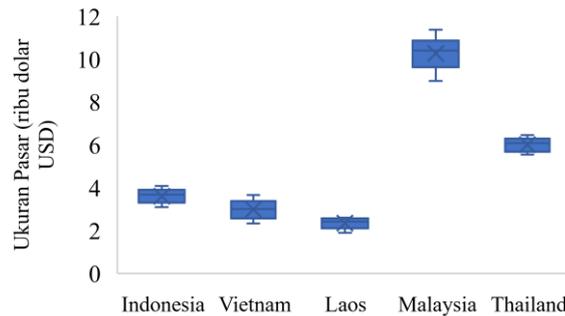


Sumber: IRENA, diolah.

Gambar 2. *Share* Kapasitas Energi Terbarukan (%) Negara ASEAN-5 Tahun 2013-2022

Berdasarkan Gambar 2, ditinjau dari rata-rata, urutan tertinggi ke terendah investasi energi terbarukan negara ASEAN-5 periode 2013-2022 adalah Laos (83.78%), Vietnam (47.63%), Malaysia (22.65%), Thailand (21.34%), dan Indonesia (15.22%). Selanjutnya, jika ditinjau dari ukuran keragaman, urutan tertinggi ke terendah investasi energi terbarukan di ASEAN-5 adalah Vietnam, Laos, Malaysia, Thailand, dan Indonesia. Untuk amatan pencilan, terdapat satu observasi pencilan yang dimiliki oleh Malaysia dan termasuk ke dalam kategori pencilan yang memiliki nilai yang sangat rendah dibandingkan observasi lainnya.

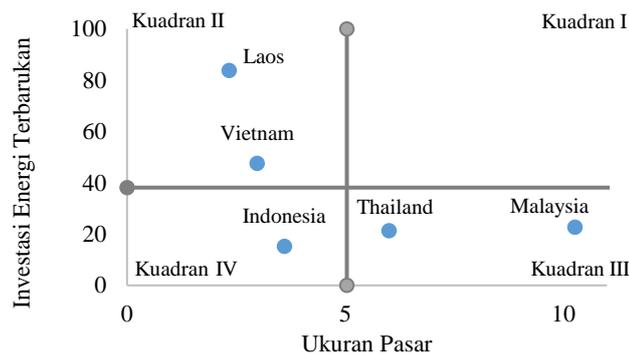
3.1.2. Ukuran Pasar



Sumber: *World Bank*, diolah.

Gambar 3. Ukuran Pasar (ribu dolar USD per kapita) di ASEAN-5 Tahun 2013-2022

Gambar 3 menunjukkan negara ASEAN-5 dengan rata-rata ukuran pasar terbesar ke terkecil periode 2013-2022 adalah Malaysia (10.27 ribu USD), Thailand (6.00 ribu USD), Indonesia (3.60 ribu USD), Vietnam (2.98 ribu USD), dan Laos (2.34 ribu USD). Selanjutnya, bila ditinjau dari keragaman, negara dengan keragaman ukuran pasar terbesar ke terendah adalah Malaysia, Vietnam, Indonesia, Thailand, dan Laos. Selanjutnya, ditinjau dari pencilan, tidak ada satu negarapun di ASEAN-5 yang memiliki observasi pencilan dalam variabel investasi energi terbarukan.

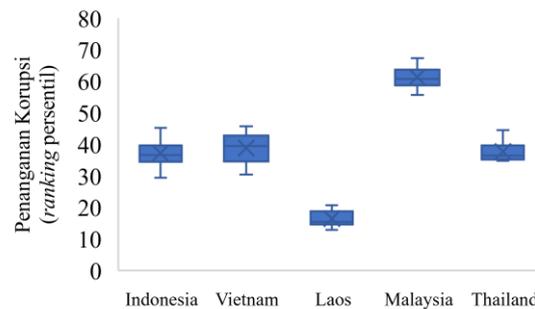


Sumber: IRENA dan *World Bank*, diolah.

Gambar 4. Analisis Kuadran IET dan UP di ASEAN-5 Tahun 2013-2022

Gambar 4 memberikan informasi bahwa Laos dan Vietnam yang berada di kuadran II menunjukkan kedua negara tersebut memiliki rata-rata IET yang tinggi dan rata-rata UP yang rendah sehingga menunjukkan UP memiliki peran yang kecil terhadap IET. Thailand dan Malaysia yang berada di kuadran III menunjukkan kedua negara tersebut memiliki rata-rata IET yang rendah dan rata-rata UP yang tinggi sehingga menunjukkan UP yang tinggi belum maksimal dalam mendorong IET. Indonesia yang berada di kuadran IV menunjukkan Indonesia memiliki rata-rata IET yang rendah dan rata-rata UP yang juga rendah sehingga hal ini menunjukkan pentingnya peningkatan IET dan UP di Indonesia.

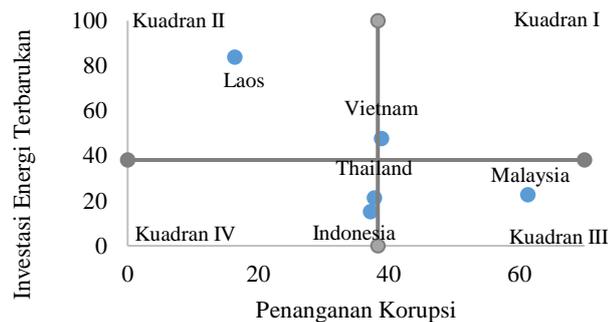
3.1.3. Penanganan Korupsi



Sumber: World Bank, diolah.

Gambar 5. Penanganan Korupsi (*ranking* persentil) di ASEAN-5 Tahun 2013-2022

Gambar 5 menunjukkan negara ASEAN-5 dengan rata-rata penanganan korupsi tertinggi ke terendah periode 2013-2022 adalah Malaysia (61.31 *ranking* persentil), Vietnam (38.88 *ranking* persentil), Thailand (37.79 *ranking* persentil), Indonesia (37.22 *ranking* persentil), dan Laos (16.42 *ranking* persentil). Selanjutnya, jika ditinjau dari ukuran keragaman, urutan tertinggi ke terendah penanganan korupsi di ASEAN-5 adalah Vietnam, Thailand, Malaysia, Laos, dan Indonesia. Untuk amatan pencilan, tidak ada negara yang memiliki observasi pencilan untuk variabel penanganan korupsi.

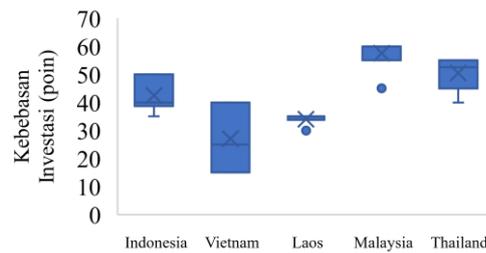


Sumber: IRENA dan World Bank, diolah.

Gambar 6. Analisis Kuadran IET dan PK di ASEAN-5 Tahun 2013-2022

Gambar 6 memberikan informasi bahwa Vietnam yang berada di perbatasan kuadran I dan II menunjukkan Vietnam memiliki rata-rata IET yang tinggi dan rata-rata PK yang sedang sehingga menunjukkan PK memiliki peran yang sedang terhadap IET dan berpotensi menjadi bidang unggulan dalam mendorong IET. Laos yang berada di kuadran II menunjukkan bahwa Laos memiliki rata-rata IET yang tinggi dan rata-rata PK yang rendah sehingga menunjukkan bahwa PK memiliki peran yang kecil terhadap IET. Malaysia yang berada di kuadran III menunjukkan bahwa Malaysia memiliki rata-rata IET yang rendah dan rata-rata PK yang tinggi sehingga menunjukkan PK yang tinggi belum optimal dalam mendorong IET. Thailand yang berada di perbatasan kuadran III dan IV menunjukkan bahwa Thailand memiliki rata-rata IET yang rendah dan rata-rata PK yang sedang sehingga menunjukkan bahwa PK Thailand relatif belum berperan optimal dalam mendorong IET dan hal ini juga menunjukkan bahwa Thailand perlu meningkatkan IET dan PK-nya. Indonesia yang berada di kuadran IV menunjukkan bahwa Indonesia perlu meningkatkan IET dan PK-nya.

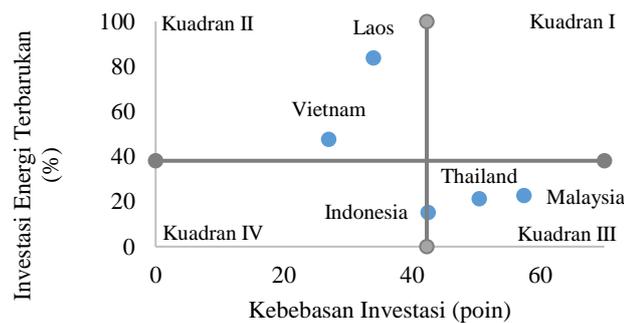
3.1.4. Kebebasan Investasi



Sumber: The Heritage Foundation, diolah.

Gambar 7. Kebebasan Investasi (poin) di ASEAN-5 Tahun 2013-2022

Gambar 7 menunjukkan rata-rata kebebasan investasi di ASEAN-5 periode 2013-2022 dari urutan tertinggi ke terendah adalah Malaysia (57.50 poin), Thailand (50.50 poin), Indonesia (42.50 poin), Laos (34.00 poin), dan Vietnam (27.00 poin). Selanjutnya, jika ditinjau dari ukuran keragaman, urutan tertinggi ke terendah kebebasan investasi di ASEAN-5 adalah Vietnam, Indonesia, Thailand, Malaysia, dan Laos. Untuk amatan pencilan, terdapat masing-masing satu observasi pencilan yang dimiliki oleh Laos dan Malaysia dan kedua pencilan tersebut masuk ke dalam kategori pencilan yang memiliki nilai yang sangat rendah dibandingkan observasi lainnya.

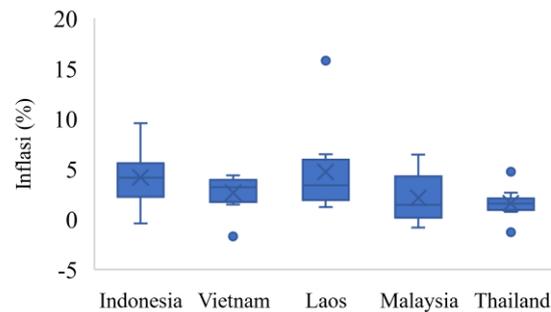


Sumber: IRENA dan The Heritage Foundation, diolah.

Gambar 8. Analisis Kuadran IET dan KI di ASEAN-5 Tahun 2013-2022

Gambar 8 memberikan informasi bahwa Laos dan Vietnam yang berada di kuadran II menunjukkan Vietnam memiliki rata-rata IET yang tinggi dan rata-rata KI yang rendah sehingga menunjukkan KI memiliki peran yang kecil terhadap IET. Thailand dan Malaysia yang berada di kuadran III menunjukkan bahwa kedua negara tersebut memiliki rata-rata IET yang rendah dan rata-rata KI yang tinggi sehingga menunjukkan bahwa KI yang tinggi belum optimal dalam mendorong IET. Indonesia yang berada di kuadran IV menunjukkan bahwa Indonesia perlu meningkatkan IET dan KI-nya.

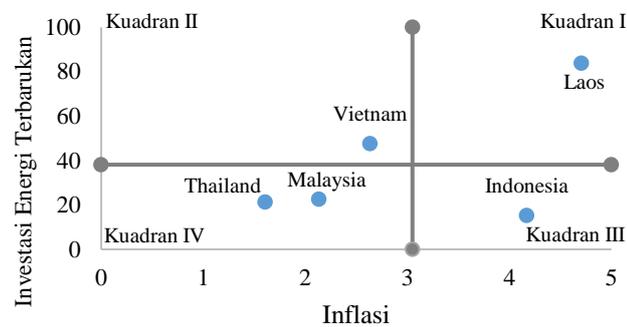
3.1.5. Inflasi



Sumber: World Bank, diolah.

Gambar 9. Inflasi (%) Negara ASEAN-5 Tahun 2013-2022

Gambar 9 menunjukkan negara ASEAN-5 dengan rata-rata inflasi tertinggi ke terendah periode 2013-2022 adalah Laos (4.71%), Indonesia (4.17%), Vietnam (2.64%), Malaysia (2.13%), dan Thailand (1.61%). Bila ditinjau dari keragaman, negara dengan keragaman inflasi tertinggi ke terendah adalah Laos, Malaysia, Indonesia, Vietnam, dan Thailand. Selanjutnya, ditinjau dari pencilan, terdapat tiga negara yang memiliki pencilan yaitu Vietnam dengan satu observasi yang sangat kecil, Laos dengan observasi yang nilainya sangat besar, dan Thailand yang memiliki dua pencilan yang masing-masing sangat kecil dan besar jika dibandingkan dengan observasi lainnya. Variabel inflasi yang memiliki lebih banyak pencilan dibandingkan variabel lain mengindikasikan adanya nilai yang jauh berbeda terhadap observasi lainnya dari variabel ini pada periode tertentu yang salah satunya bisa disebabkan oleh pandemi COVID-19.



Sumber: World Bank dan The Heritage Foundation, diolah.

Gambar 10. Analisis Kuadran IET dan IF di ASEAN-5 Tahun 2013-2022

Gambar 10 memberikan informasi bahwa Laos yang berada di kuadran I sehingga menunjukkan Laos memiliki rata-rata IET yang tinggi dan rata-rata IF yang tinggi sehingga menunjukkan bahwa peran IF terhadap IET cukup kecil. Vietnam yang berada di kuadran II menunjukkan bahwa Vietnam memiliki rata-rata IET yang tinggi dan rata-rata IF yang rendah sehingga menunjukkan IET yang tinggi didukung oleh IF yang rendah dan menjadi bidang unggulan untuk mendorong investasi energi terbarukan karena menunjukkan kestabilan harga yang relatif baik. Indonesia yang berada di kuadran III menunjukkan bahwa Indonesia memiliki rata-rata IET yang rendah dan rata-rata IF yang tinggi sehingga menunjukkan Indonesia memerlukan penurunan IF dan peningkatan IET. Thailand dan Malaysia yang berada di kuadran IV menunjukkan kedua negara tersebut memiliki rata-rata IET yang rendah dan IF yang rendah sehingga menunjukkan bahwa IF yang rendah belum maksimal dalam mendorong IET.

3.2. Analisis Inferensia

Pemodelan panel dinamis yang andal adalah model estimasi regresi yang memenuhi pengujian asumsi spesifikasi model yaitu uji kevalidan instrumen (Uji Sargan), uji konsistensi parameter (Uji Abond), dan uji ketidakkbiasan. Kevalidan instrumen dapat diketahui melalui Uji Sargan di mana instrumen yang valid ditandai dengan variabel instrumen tidak berkorelasi dengan eror dalam model. Uji konsistensi parameter diketahui melalui Uji Abond di mana parameter yang konsisten ditunjukkan dengan adanya *first order serial correlation* pada persamaan *first difference*, tetapi tidak boleh terdapat *second order serial correlation* pada persamaan *first difference*. Uji ketidakkbiasan dapat dilakukan dengan membandingkan koefisien lag (δ) dari penduga GMM dengan koefisien lag (δ) dari penduga *Fixed Effect Model* (FEM) dan *Common Effect Model* (CEM) di mana penduga yang tidak bias ditunjukkan oleh koefisien lag (δ) yang lebih besar dari koefisien lag (δ) dari penduga FEM, tetapi lebih kecil dari koefisien lag (δ) dari penduga CEM.

Tabel 3 Uji Spesifikasi Model

Uji Spesifikasi Model	FEM	CEM	<i>First Difference</i> GMM	<i>System</i> GMM
Uji Sargan			33.1214 (0.2729)	49.9585 (0.0756)*
Uji Abond <i>First order</i>			-1.8784 (0.0603)*	-1.9017 (0.0572)*
<i>Second order</i>			-1.5169 (0.1293)	-0.9545 (0.3398)
Uji Ketidakkbiasan	0.4022 (0.000)*	1.0175 (0.000)*	0.4477 (0.000)*	0.9594 (0.000)

Sumber: Stata diolah

Keterangan: (*) berarti signifikan pada α sebesar 10% dan angka yang berada di dalam tanda kurung menunjukkan *p-value*

Tabel 3 menunjukkan ringkasan pengujian spesifikasi model *First Difference* GMM dan *System* GMM terhadap Uji Sargan, Uji Abond, dan uji ketidakkbiasan. Model *First Difference* GMM menunjukkan hasil uji spesifikasinya terpenuhi untuk semua uji baik kevalidan instrumen (uji Sargan) yang ditandai dengan *p-value* sebesar 0.2729 yang berarti gagal tolak H_0 sehingga instrumen sudah valid, parameter yang konsisten (melalui Uji Abond) yang ditunjukkan dengan *p-value* m1 sebesar 0.0603 dan *p-value* m2 sebesar 0.1293 yang berarti parameter yang dihasilkan sudah konsisten karena adanya *serial correlation* pada *differencing* pertama dan terbebas dari *serial correlation* pada *differencing* kedua, dan ketidakkbiasan parameter yang ditunjukkan dengan koefisien lag (δ) dari penduga *First Difference* GMM sebesar 0.4477 yang berada di antara koefisien lag (δ) dari penduga FEM sebesar 0.4022 dan koefisien lag (δ) dari penduga CEM sebesar 1.0175.

Model *System* GMM menunjukkan hanya dua uji yang terpenuhi yaitu konsistensi (Uji Abond) dan ketidakkbiasan parameter. Parameter yang konsisten (melalui Uji Abond) yang ditunjukkan dengan *p-value* m1 sebesar 0.0572 dan *p-value* m2 sebesar 0.3398 yang berarti parameter yang dihasilkan sudah konsisten karena adanya *serial correlation* pada *differencing* pertama dan terbebas dari *serial correlation* pada *differencing* kedua, dan ketidakkbiasan parameter yang ditunjukkan dengan koefisien lag (δ) dari penduga *First Difference* GMM sebesar 0.9594 yang berada di antara koefisien lag (δ) dari penduga FEM dan CEM. Ketidakvalidan instrumen (Uji Sargan) ditandai dengan dengan *p-value* sebesar 0.0756 yang berarti tolak H_0 sehingga berarti instrumen tidak valid. Oleh karena itu, model *First Difference* GMM dipilih sebagai model terbaik dan digunakan dalam penelitian ini yang membahas investasi energi terbarukan.

Tabel 4 Hasil Estimasi Parameter Pendekatan *First Difference* GMM

Variabel	Koefisien	SE	Statistik Hitung	p-value
Konstanta	0.7241	0.1414	5.12	0.0000*
Lag lnIET	0.4477	0.1007	4.45	0.0000*
UP	-0.0295	0.0108	-2.75	0.9970
PK	0.0022	0.0009	2.35	0.0094*
KI	0.0038	0.0008	4.70	0.0000*
IF	0.0008	0.0011	0.73	0.7673

Sumber: Stata diolah

Keterangan: (*) berarti signifikan pada α sebesar 10%

Persamaan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

$$\ln IET_{it} = 0.7241^* + 0.4477 \ln IET_{i,t-1}^* - 0.0295 UP_{it}^* + 0.0022 PK_{it}^* + 0.0038 KI_{it}^* + 0.0008 IF_{it} \quad (3)$$

Lag investasi energi terbarukan terbukti berpengaruh terhadap investasi energi terbarukan dengan estimasi koefisien sebesar 0.4477 yang berarti pertumbuhan 1 % dari lag investasi energi terbarukan pada observasi ke-i dan periode ke-t akan mendorong peningkatan 0.4477% investasi energi terbarukan pada observasi ke-i dan periode ke-t dengan asumsi *ceteris paribus* (variabel lain konstan). Hal ini membuktikan adanya hubungan dinamis pada proses investasi energi terbarukan di ASEAN-5 yang sesuai dengan Teori Model Akselerator Fleksibel di mana investasi termasuk investasi energi terbarukan dipengaruhi oleh nilai dari periode sebelumnya. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian [3] yang menemukan bahwa variabel lag investasi energi terbarukan berpengaruh signifikan dan positif terhadap investasi energi terbarukan baik di negara maju maupun berkembang yang ada di berbagai belahan dunia dan menunjukkan adanya kedinamisan dari proses investasi energi terbarukan.

Ukuran pasar tidak terbukti berpengaruh positif terhadap investasi energi terbarukan dengan p-value sebesar 0.9970 yang lebih besar dari tingkat signifikansi 10%. Pengaruh ukuran pasar terhadap investasi energi terbarukan tersebut tidak sejalan dengan Teori Eklektik *Ownership-Location-Internalisation* yang menjelaskan bahwa salah satu determinan keunggulan *ownership* (kepemilikan) adalah ukuran pasar di mana semakin besar ukurannya, maka semakin besar pula investasi yang ditanamkan di negara tuan rumah. Ukuran pasar yang tidak terbukti berpengaruh positif terhadap investasi energi terbarukan di ASEAN-5 dijelaskan oleh penelitian [17] dan penelitian [31] di mana pengaruh ukuran pasar yang tidak terbukti positif terhadap investasi energi terbarukan karena ukuran pasar yang semakin besar menunjukkan peningkatan permintaan energi, tetapi peningkatan permintaan energi tersebut dipenuhi dengan mengonsumsi lebih banyak bahan bakar fosil sehingga investasi terhadap energi terbarukan mengalami penurunan. Faktanya, hal tersebut memang terjadi di ASEAN-5 di mana dalam periode 2013-2020, rata-rata pertumbuhan konsumsi energi terbarukan menurun sebesar 0.86% setiap tahunnya, sedangkan konsumsi energi konvensional terus meningkat sebesar 1.61% setiap tahun [32] yang menunjukkan masih dominannya energi konvensional dalam pemenuhan kebutuhan energi di ASEAN-5.

Penanganan korupsi berpengaruh positif terhadap investasi energi terbarukan dengan estimasi koefisien regresi sebesar 0.0022 yang berarti peningkatan 1 satuan dari penanganan korupsi pada observasi ke-i dan periode ke-t akan mendorong 0.22% investasi energi terbarukan pada observasi ke-i dan periode ke-t dengan asumsi *ceteris paribus* (variabel lain konstan). Hubungan antara penanganan korupsi dengan investasi energi terbarukan dapat diketahui secara mendasar dari salah satu jenis hubungan dalam Teori Prinsipal Agen di mana penanganan korupsi yang di negara tuan rumah (agen) menjadi salah satu pendorong dalam memutuskan investasi energi terbarukan sehingga semakin baik penanganan korupsi, maka semakin tinggi investasi energi terbarukan di suatu tempat.

Tentunya penanganan korupsi menjadi penting tidak terkecuali di ASEAN-5 karena penanganan korupsi erat kaitannya dengan kepercayaan investor. Hasil penelitian yang menunjukkan penanganan korupsi yang berpengaruh signifikan dan positif sejalan dengan penelitian [33] yang menjelaskan bahwa gerakan yang meminimalisasi korupsi berupa peningkatan tata kelola kelembagaan dapat mendorong investasi energi terbarukan.

Kebebasan investasi berpengaruh positif terhadap investasi energi terbarukan dengan estimasi koefisien regresi sebesar 0.0038 yang berarti kenaikan 1 satuan kebebasan investasi pada observasi ke- i dan periode ke- t akan meningkatkan 0.38% investasi energi terbarukan pada observasi ke- i dan periode ke- t dengan asumsi *ceteris paribus* (variabel lain konstan). Hal ini sejalan dengan Teori Biaya Transaksi yang menjelaskan bahwa semakin rendah biaya transaksi seperti biaya sebelum transaksi (*ex ante*), saat transaksi berlangsung, dan sesudah transaksi (*ex post*), maka semakin tinggi peluang melakukan transaksi seperti investasi. Hal ini sejalan dengan penelitian [23] yang menjelaskan bahwa kebebasan investasi negara tuan rumah yang semakin tinggi lebih menarik investor dalam meningkatkan partisipasi dalam proyek energi terbarukan karena biaya transaksi yang lebih rendah khususnya di negara berkembang. Oleh karena itu, negara-negara ASEAN-5 harus berupaya meningkatkan kebebasan ekonominya untuk menarik investor di bidang energi terbarukan. Kebebasan investasi yang berpengaruh positif menunjukkan semakin rendahnya kebebasan investasi berupa semakin rendahnya biaya sebelum transaksi (pencarian, penyaringan), biaya saat transaksi berlangsung (perundingan), dan biaya sesudah transaksi (transfer, pemantauan, renegotiasi) akan memudahkan investor untuk berinvestasi pada energi terbarukan. Ditinjau dalam konteks energi terbarukan, sebagai industri yang baru dan bersifat padat modal, maka penurunan biaya transaksi menjadi sangat penting karena jumlah investasi yang dibutuhkan saja dalam membangun infrastrukturnya sudah sangat besar sehingga penurunan biaya transaksi bisa menjadi kunci penting dalam mendorong investasi energi terbarukan.

Penelitian ini memperoleh hasil bahwa inflasi tidak terbukti berpengaruh negatif terhadap investasi energi terbarukan dengan *p-value* sebesar 0.7673 yang lebih besar dari tingkat signifikansi 10%. Hal ini menunjukkan bahwa kurang bukti yang memadai tentang berlakunya Teori Biaya Transaksi dalam menjelaskan pengaruh inflasi terhadap investasi energi terbarukan. Inflasi yang tidak terbukti berpengaruh negatif terhadap investasi energi terbarukan di ASEAN-5 dijelaskan melalui perkembangan inflasi yang sangat berbeda dengan variabel lainnya akibat pandemi COVID-19. Inflasi di negara-negara ASEAN-5 meningkat signifikan di tahun 2021-2022 misalnya inflasi Indonesia meningkat 6.41 poin persentase inflasi di tahun 2021 setelah turun 2 poin persentase di tahun 2020, Laos yang inflasinya meningkat 12.06 poin persentase di tahun 2022 setelah turun 1.32 poin persentase di tahun 2021, dan Malaysia yang mengalami peningkatan inflasi sebesar 6.53 poin persentase di tahun 2021 setelah tahun 2020 mengalami penurunan sebesar 0.89 poin persentase. Namun, peningkatan yang signifikan tersebut tidak diikuti dengan penurunan investasi energi terbarukan yang seharusnya juga signifikan di periode yang sama sesuai dengan Teori Biaya Transaksi. Faktanya, beberapa negara justru mengalami peningkatan investasi energi terbarukan di periode yang sama misalnya Vietnam (0.36 poin di tahun 2021 dan 1.01 poin di tahun 2022) dan Laos (1.22 poin di tahun 2021 dan 0.95 poin di tahun 2022). Adapun negara ASEAN-5 lainnya seperti Indonesia, Malaysia, dan Thailand tetap mengalami penurunan, tetapi sangat kecil sehingga tidak terlalu signifikan jika dibandingkan periode sebelumnya. Oleh karena itu, perbedaan pola variabel inflasi yang diakibatkan COVID-19 menjadi alasan variabel ini tidak berpengaruh terhadap investasi energi terbarukan.

4. Kesimpulan

Hasil analisis deskriptif dengan *boxplot* menunjukkan secara relatif terdapat indikasi kesenjangan investasi energi terbarukan di negara-negara ASEAN-5 yang terlihat dari perbedaan rata-rata investasi energi terbarukan di masing-masing negara yang cukup jauh. Adapun analisis kuadran secara umum memperlihatkan adanya beberapa negara yang terletak di kuadran III dan IV seperti Indonesia, Thailand, dan Malaysia yang menunjukkan investasi energi terbarukan di negara tersebut masih rendah. Hasil analisis pemodelan panel dinamis dengan metode *First Difference GMM* menunjukkan bahwa lag investasi energi terbarukan berpengaruh terhadap investasi energi terbarukan, ukuran pasar tidak terbukti berpengaruh positif terhadap investasi energi terbarukan, penanganan korupsi dan kebebasan investasi berpengaruh positif terhadap investasi energi terbarukan. Adapun inflasi tidak terbukti berpengaruh negatif terhadap investasi energi terbarukan.

5. Daftar Pustaka

- [1] ASEAN Centre for Energy (ACE), *ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation (APAEC) 2016-2025 Phase II: 2021-2025*. 2020.
- [2] M. Traeger, "Mitigasi Perubahan Iklim di ASEAN: Dapatkah Solusi Ditemukan dalam Game Theory Model?," Pusat Studi Sosial Asia Tenggara Universitas Gadjah Mada.
- [3] A. R. Abban and M. Z. Hasan, "Revisiting the determinants of renewable energy investment - New evidence from political and government ideology," *Energy Policy*, vol. 151, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.enpol.2021.112184.
- [4] C. Donovan and J. Li, "Do Listed Clean Energy Infrastructure Shares Make Financial Sense for Investors?," *SSRN Electronic Journal*, 2018, doi: 10.2139/ssrn.3175879.
- [5] ASEAN Centre for Energy, *The 7th ASEAN Energy Outlook 2020-2050*. 2022.
- [6] International Renewable Energy Agency (IRENA), *Renewable Energy Statistics 2023*. 2023.
- [7] The Diplomat, "Sun Cable's Collapse and the Australian Role in Southeast Asia's Energy Transition," 2023.
- [8] G. Shrimali and J. Kniefel, "Are government policies effective in promoting deployment of renewable electricity resources?," *Energy Policy*, vol. 39, no. 9, pp. 4726–4741, Sep. 2011, doi: 10.1016/j.enpol.2011.06.055.
- [9] J. M. Clark, "Business Acceleration and the Law of Demand: A Technical Factor in Economic Cycles," *Journal of Political Economy*, vol. 25, no. 3, pp. 217–235, Mar. 1917, doi: 10.1086/252958.
- [10] J. H. Dunning, "The theory of international production," *The International Trade Journal*, vol. 3, no. 1, pp. 21–66, Sep. 1988, doi: 10.1080/08853908808523656.
- [11] M. C. Jensen and W. H. Meckling, "Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure," *J financ econ*, vol. 3, no. 4, pp. 305–360, Oct. 1976, doi: 10.1016/0304-405X(76)90026-X.
- [12] O. E. Williamson, "Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations," *J Law Econ*, vol. 22, no. 2, pp. 233–261, Oct. 1979, doi: 10.1086/466942.

- [13] D. W. Jorgenson, "Capital Theory and Investment Behavior," *Am Econ Rev*, vol. 53, no. 2, pp. 247–259, 1963.
- [14] S. Thomson, "Green and Sustainable Finance, Principles and Practice in Banking, Investment and Insurance," 2023, *Kogan Page*.
- [15] N. G. Mankiw, *Macroeconomics*, 8th ed. New York: Worth Publisher, 2013.
- [16] J. Twidell and T. Weir, *Renewable Energy Resources*. Routledge, 2006. doi: 10.4324/9780203478721.
- [17] L. Eyraud, B. Clements, and A. Wane, "Green investment: Trends and determinants," *Energy Policy*, vol. 60, pp. 852–865, Sep. 2013, doi: 10.1016/j.enpol.2013.04.039.
- [18] D. W. Jorgenson, "Capital Theory and Investment Behavior," *American Economic Review*, vol. 53, no. 247–259, 1963.
- [19] L. Artige and R. Nicolini, "Evidence on the Determinants of Foreign Direct Investment. The Case of Three European Regions," *CREPP Working Papers*, 2006.
- [20] D. Fadly, "Low-carbon transition: Private sector investment in renewable energy projects in developing countries," *World Dev*, vol. 122, pp. 552–569, Oct. 2019, doi: 10.1016/j.worlddev.2019.06.015.
- [21] J. H. Zhao, S. H. Kim, and J. Du, "The Impact of Corruption and Transparency on Foreign Direct Investment: An Empirical Analysis," *Management International Review*, vol. 43, pp. 41–62, 2003.
- [22] The Heritage Foundation, *2023 Index of Economic Freedom*. 2023.
- [23] J. Fleta-Asín and F. Muñoz, "Renewable energy public–private partnerships in developing countries: Determinants of private investment," *Sustainable Development*, vol. 29, no. 4, pp. 653–670, Jul. 2021, doi: 10.1002/sd.2165.
- [24] S. Sukirno, *Pengantar Ekonomi Makro*. Jakarta: PT. Raja Grasindo Perseda, 2011.
- [25] M. Azam and M. Haseeb, "Determinants of foreign direct investment in BRICS–does renewable and non-renewable energy matter?," *Energy Strategy Reviews*, vol. 35, May 2021, doi: 10.1016/j.esr.2021.100638.
- [26] J. Hussain *et al.*, "Renewable energy investment and governance in countries along the belt & Road Initiative: Does trade openness matter?," *Renew Energy*, vol. 180, pp. 1278–1289, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.renene.2021.09.020.
- [27] B. H. Baltagi, *Econometric Analysis of Panel Data*, 3rd ed. John Wiley & Sons Ltd, 2005.
- [28] M. Arellano and S. Bond, "Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations," *Rev Econ Stud*, vol. 58, no. 2, p. 277, Apr. 1991, doi: 10.2307/2297968.
- [29] R. Blundell and S. Bond, "Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models," *J Econom*, vol. 87, pp. 115–143, 1988.
- [30] D. N. Gujarati and D. C. Porter, *Dasar-Dasar Ekonometrika*, 5th ed. Penerbit Salemba Empat, 2010.
- [31] M. Aguirre and G. Ibikunle, "Determinants of renewable energy growth: A global sample analysis," *Energy Policy*, vol. 69, pp. 374–384, Jun. 2014, doi: 10.1016/j.enpol.2014.02.036.

- [32] World Bank, “Renewable energy consumption (% of total final energy consumption).”
- [33] U. Uzar, “Is income inequality a driver for renewable energy consumption?,” *J Clean Prod*, vol. 255, p. 120287, May 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.120287.