



Analisis Kausalitas Antara Konsumsi Energi Fosil, Pertumbuhan Ekonomi dan *Foreign Direct Investment* di Negara-Negara ASEAN

Maisha Mahran Rahmahani^{1*}, Siti Fatimah Zahra², Sri Indah Nikensari³

Pendidikan Ekonomi, Ekonomi dan Bisnis, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, Indonesia^{1,2,3}

*Email Korespondensi: maisahani08@gmail.com

Diterima: 02-07-2026 | Disetujui: 08-07-2026 | Diterbitkan: 10-07-2026

ABSTRACT

This study examines the causal relationship between fossil energy consumption, economic growth, and foreign direct investment (FDI) in six ASEAN countries (Indonesia, Malaysia, Singapore, Thailand, Vietnam, and the Philippines) over the period 2005-2024. Using panel data with 120 observations, this research employs the Panel Vector Error Correction Model (PVECM) framework with ARDL Pooled Mean Group (PMG) estimation and Dumitrescu-Hurlin causality test integrated within the Toda-Yamamoto approach. The findings reveal unidirectional causality running from economic growth to fossil energy consumption at the 5% significance level, supporting the Conservation Hypothesis. Furthermore, unidirectional causality is found from fossil energy consumption to FDI and from economic growth to FDI at the 1% significance level, indicating that FDI acts as a pure recipient in the ASEAN causal system. In the long run, fossil energy consumption has a positive and significant effect on economic growth with an elasticity of 1.011 at the 1% level, while FDI shows a significant positive effect on fossil energy consumption with a coefficient of 0.039 at the 1% level. The Error Correction Term (ECT) is negative and significant at the 10% level in the energy equation, confirming a long-term equilibrium adjustment mechanism. These findings imply that economic growth is the primary driver in the ASEAN energy-investment system, while FDI does not provide significant feedback to either economic growth or energy consumption, suggesting the need for green investment attraction and energy diversification policies to achieve sustainable development in the region.

Keywords: Fossil Energy; Economic Growth; Foreign Direct Investment; ASEAN; Causality.

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji hubungan kausalitas antara konsumsi energi fosil, pertumbuhan ekonomi, dan foreign direct investment (FDI) di enam negara ASEAN (Indonesia, Malaysia, Singapura, Thailand, Vietnam, dan Filipina) selama periode 2005-2024. Menggunakan data panel dengan 120 observasi, penelitian ini menerapkan kerangka Panel Vector Error Correction Model (PVECM) dengan estimasi ARDL Pooled Mean Group (PMG) dan uji kausalitas Dumitrescu-Hurlin yang diintegrasikan dalam pendekatan Toda-Yamamoto. Temuan menunjukkan kausalitas satu arah dari pertumbuhan ekonomi menuju konsumsi energi fosil pada taraf signifikansi 5%, yang mendukung Conservation Hypothesis. Selain itu, ditemukan kausalitas satu arah dari konsumsi energi fosil menuju FDI dan dari pertumbuhan ekonomi menuju FDI pada taraf 1%, yang mengindikasikan bahwa FDI berperan sebagai pure recipient dalam sistem kausalitas ASEAN. Dalam jangka panjang, konsumsi energi fosil berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dengan elastisitas 1,011 pada taraf 1%, sementara FDI menunjukkan pengaruh positif dan signifikan terhadap konsumsi energi fosil dengan koefisien 0,039 pada taraf 1%. Error Correction Term (ECT) bernilai negatif dan signifikan pada taraf 10% dalam persamaan energi, mengonfirmasi adanya mekanisme penyesuaian keseimbangan jangka panjang. Temuan ini mengimplikasikan bahwa pertumbuhan

ekonomi merupakan motor penggerak utama dalam sistem energi-investasi ASEAN, sementara FDI tidak memberikan umpan balik yang signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi maupun konsumsi energi, sehingga diperlukan kebijakan atraksi investasi hijau dan diversifikasi energi untuk mencapai pembangunan berkelanjutan di kawasan ini.

Katakunci: Energi Fosil; Pertumbuhan Ekonomi; Foreign Direct Investment; ASEAN; Kausalitas.

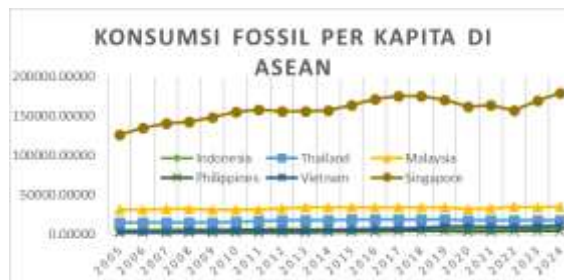
Bagaimana Cara Sitasi Artikel ini:

Rahmahhani, M. M., Zahra, S. F., & Nikensari, S. I. (2026). Analisis Kausalitas Antara Konsumsi Energi Fosil, Pertumbuhan Ekonomi dan Foreign Direct Investment di Negara-Negara ASEAN. *Ekopedia: Jurnal Ilmiah Ekonomi*, 2(3), 4669-4686. <https://doi.org/10.63822/8g6xq551>

PENDAHULUAN

Perjanjian Paris tahun 2015 telah menetapkan tujuan untuk mengatasi perubahan iklim, salah satunya adalah membatasi kenaikan suhu maksimum hingga kurang dari 1,5°C (UNFCCC, 2015; Schleussner et al., 2022). Dalam *Glasgow climate pact* yang diadopsi pada tahun 2021, negara-negara kembali menegaskan komitmen terhadap batas 1,5°C dengan mengakui bahwa dampak perubahan iklim akan jauh lebih rendah pada kenaikan suhu 1,5°C dibandingkan 2°C (W. Li et al., 2022). Suhu Bumi saat ini mengalami perubahan iklim yang sangat cepat akibat emisi Karbon Dioksida (CO₂) yang berlebihan dari aktivitas manusia (Singh et al., 2024). CO₂ merupakan salah satu gas rumah kaca yang berfungsi menyerap panas untuk menjaga suhu bumi tetap hangat, namun ketika jumlahnya tak terkendali, CO₂ berkontribusi besar terhadap efek perubahan iklim dengan menciptakan perangkat radiasi panas yang menyebabkan peningkatan suhu atmosfer (El-Shafie & Kambara, 2022).

Sebagian besar emisi CO₂ berasal dari konsumsi energi fosil (W. Li et al., 2022). Pada periode 1997-2025, lebih dari 75% emisi karbon dihasilkan dari penggunaan bahan bakar fosil, sehingga menjadikan bahan bakar fosil sebagai ancaman utama terhadap kualitas lingkungan (B. Li & Haneklaus, 2022). Penggunaan energi fosil relatif sulit dikendalikan karena masih menjadi sumber utama dalam mendukung produktivitas perekonomian, salah satunya di Kawasan Asia Tenggara (ASEAN). *International Energy Agency* (IEA) menyatakan bahwa kawasan ASEAN telah menyumbang 11% dari pertumbuhan permintaan energi global sejak 2010, dan diproyeksikan meningkat hingga lebih dari 25% pada tahun 2035.



Gambar 1. Konsumsi Energi Fosil per Kapita di Negara-Negara ASEAN
(Sumber: Our World in Data dan Data diolah oleh peneliti, 2026)

Berdasarkan Gambar 1, konsumsi energi fosil per kapita di kawasan ASEAN menunjukkan disparitas yang signifikan. Singapura menempati peringkat pertama dengan tingkat konsumsi terbesar mencapai 179.674,1 TWh per kapita, diikuti oleh Malaysia dan Thailand. Perbedaan ini mencerminkan variasi struktur industri di masing-masing negara. Kawasan ASEAN merupakan salah satu kawasan yang relevan terkait isu degradasi lingkungan dan memiliki hubungan kompleks dengan pertumbuhan ekonomi (Santana & Maria, 2024). Hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan konsumsi fosil dijelaskan dalam Hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC) yang menyatakan adanya hubungan berbentuk kurva antara pertumbuhan ekonomi dan degradasi lingkungan (Darwanto et al., 2019). Teori pertumbuhan ekonomi Neo-Klasik juga menerangkan bahwa energi adalah salah satu penggerak pertumbuhan ekonomi karena dapat meningkatkan produktivitas sektor industri (Rahmawati & Robertus, 2023).

Konsumsi energi fosil di Indonesia masih menunjukkan pengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dengan kontribusi mencapai 64,7% (Septyani & Hartati, 2024). Nupehewa (2022)

menjelaskan bahwa terdapat hubungan kausal dua arah antara PDB dan energi fosil, yaitu energi fosil mendorong ekspansi ekonomi dan sebaliknya, ketika ekonomi di titik puncak akan diiringi kenaikan penggunaan energi fosil.



Gambar 2. Pendapatan per Kapita di Negara-Negara ASEAN
(Sumber: Our World in Data dan Data diolah oleh peneliti, 2026)

Hal tersebut tercermin pada data pendapatan per kapita. Berdasarkan Gambar 2, Singapura menempati posisi pertama sebagai negara dengan pendapatan per kapita tertinggi sekaligus konsumen fosil tertinggi di ASEAN, diikuti oleh Vietnam, Filipina, dan Malaysia.

Sebagai input penting dalam proses produksi, konsumsi energi fosil juga memiliki hubungan kompleks terhadap iklim investasi. Negara-negara ASEAN sangat bergantung pada *Foreign Direct Investment* (FDI) untuk meningkatkan ekspansi ekonomi. Berdasarkan UNCTAD, arus FDI global meningkat 77% dari 929 miliar dolar AS pada tahun 2020 menjadi 1,65 triliun dolar AS pada tahun 2021. FDI memberikan manfaat seperti penciptaan lapangan kerja, transfer teknologi, dan peningkatan kualitas SDM (Indriawati et al., 2025). Namun, kegiatan produksi akibat FDI sering meningkatkan konsumsi energi dan eksploitasi sumber daya alam, yang pada akhirnya meningkatkan emisi karbon (Whilla Saputra & Indira Hasmarini, 2025). Berdasarkan Hipotesis *Pollution Haven*, FDI mendorong peningkatan emisi di negara berkembang akibat regulasi lingkungan yang lemah (Fiannurizki, 2024).



Gambar 3. Arus Masuk FDI (% dari PDB) di Negara-Negara ASEAN
(Sumber: Our World in Data dan Data diolah oleh peneliti, 2026)

Berdasarkan Gambar 3, terdapat pola menarik yang memperlihatkan keterkaitan antara tingkat FDI dengan konsumsi energi. Singapura sebagai penerima FDI tertinggi juga merupakan konsumen fosil tertinggi di ASEAN, diikuti oleh Vietnam, Filipina, dan Malaysia.

FDI juga memiliki hubungan dengan pertumbuhan ekonomi dalam Teori Pertumbuhan Neo Klasik, yaitu investasi harus terus meningkat agar perekonomian mengalami pertumbuhan berkelanjutan (Sukirno, 1994). Nupehewa et al. (2022) menemukan hubungan kausal dua arah antara FDI dan pertumbuhan ekonomi. FDI berkontribusi melalui akumulasi modal, transfer teknologi, dan penciptaan lapangan kerja,

sementara pertumbuhan ekonomi menciptakan iklim investasi yang lebih menarik.

Kondisi ini menimbulkan pertanyaan mengenai kompleksitas hubungan dua arah antara konsumsi energi fosil, pertumbuhan ekonomi, dan FDI di ASEAN. Berbagai studi menunjukkan temuan tidak konsisten. Nur Mozahid et al. (2022) menemukan kausal dua arah antara FDI dan konsumsi energi serta PDB dan konsumsi energi, tetapi tidak antara PDB dan FDI. Hal ini bertentangan dengan Mwakabungu & Kauangal (2023) yang menemukan kausal satu arah dari FDI terhadap pertumbuhan ekonomi. Pao & Tsai (2011) menemukan bahwa pertumbuhan ekonomi berpengaruh positif terhadap FDI, sedangkan FDI dan konsumsi energi memiliki hubungan timbal balik yang kuat.

Inkonsistensi ini diduga disebabkan perbedaan konteks wilayah, periode data, dan metodologi. Penelitian ini berargumen bahwa konsumsi energi fosil tidak berdiri sendiri, melainkan terikat secara kausal dengan pertumbuhan ekonomi dan FDI yang saling memperkuat. Penelitian ini hadir dengan kebaruan: pertama, menguji kausalitas secara simultan ketiga variabel sebagai satu sistem terikat; kedua, fokus pada enam negara ASEAN dengan laju industrialisasi tertinggi; ketiga, menggunakan data panel 2005-2024 dengan pendekatan ARDL dan Granger Causality Test untuk mengidentifikasi kausalitas jangka pendek dan jangka panjang.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan kausalitas jangka pendek dan panjang antara konsumsi energi fosil, pertumbuhan ekonomi, dan FDI di ASEAN, mengidentifikasi arah kausalitas, serta merumuskan implikasi kebijakan. Hipotesis yang diajukan adalah terdapat hubungan kausalitas antara konsumsi energi fosil dan pertumbuhan ekonomi, antara FDI dan pertumbuhan ekonomi, serta antara FDI dan konsumsi energi fosil.

METODE PENELITIAN

Unit Analisis, Populasi dan Sampel Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kompleksitas antara konsumsi energi fosil, pertumbuhan ekonomi, dan *Foreign Direct Investment* (FDI) di negara-negara ASEAN. Kompleksitas yang dimaksud dalam penelitian ini merujuk pada adanya keterkaitan simultan dan saling memengaruhi. Penelitian ini menunjukkan kombinasi variabel $I(0)$ dan $I(1)$ sehingga menggunakan metode uji kausalitas panel Dumitrescu-Hurlin dalam *framework* Toda-Yamamoto untuk menganalisis arah kausalitas secara trivariate dan model ARDL *Pooled Mean Group* (PMG) untuk menganalisis hubungan jangka panjang dan jangka pendek antar variabel. Kombinasi ketiga metode ini konsisten dengan pendekatan yang digunakan oleh Andriansyah dan Messinis (2019), Sotiropoulou et al. (2023), Sankaran et al. (2019), serta Moftah dan Dilek (2021).

Peneliti menggunakan data sekunder tahunan dari enam negara di kawasan ASEAN, yaitu Indonesia, Singapura, Malaysia, Filipina, Thailand, dan Vietnam selama periode 2005-2024. Pemilihan negara tersebut didasarkan pada kontribusi ekonomi yang signifikan di kawasan serta ketersediaan data yang konsisten, sehingga diharapkan mampu memberikan gambaran empiris mengenai interaksi antara investasi asing, konsumsi energi fosil, dan pertumbuhan ekonomi di ASEAN.

Dalam penelitian ini, populasi yang diteliti mencakup data pendapatan per kapita, arus masuk *Foreign Direct Investment* (FDI), dan konsumsi energi fosil per kapita pada negara-negara di

kawasan *Association of Southeast Asian Nations* (ASEAN). Data tersebut digunakan untuk menggambarkan kondisi makroekonomi dan pola konsumsi energi di masing-masing negara dalam periode penelitian.

Dalam penelitian ini, sampel yang digunakan adalah enam negara di kawasan *Association of Southeast Asian Nations* (ASEAN), yaitu Indonesia, Singapura, Malaysia, Filipina, Thailand, dan Vietnam selama periode 2010-2024. Pemilihan sampel tersebut didasarkan pada ketersediaan data yang lengkap dan konsisten, serta representasi negara dengan kontribusi ekonomi signifikan di kawasan ASEAN.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian harus dilakukan secara sistematis dan cermat guna menjaga validitas serta reliabilitas informasi yang diperoleh sebagai dasar analisis. Penelitian ini menggunakan data sekunder berbentuk data panel, yaitu kombinasi data *time series* dan *cross section*. Data yang digunakan merupakan data tahunan yang diperoleh dari publikasi statistik resmi selama periode 2010-2024. Sumber data berasal dari lembaga internasional dan nasional yang kredibel, sehingga dapat menjamin konsistensi dan akurasi data dalam proses analisis.

Data sekunder adalah sumber data penelitian yang diperoleh melalui media perantara dan sumber yang sudah ada sebelumnya. Data ini tidak langsung dikumpulkan oleh peneliti melainkan dapat diperoleh di publikasi, jurnal akademisi, dan literatur. Data panel adalah gabungan data runtut waktu *time series* dan data silang *cross section*. Data ini mampu menyediakan jumlah data yang lebih banyak sehingga akan menghasilkan *degree of freedom* yang lebih besar.

Teknik Analisis Data

Uji Stasioneritas Data

Tahap pertama dalam analisis data panel dinamis adalah memastikan bahwa seluruh variabel bersifat stasioner. Langkah ini bersifat krusial karena data deret waktu makroekonomi pada umumnya mengandung *unit root* atau tidak stasioner pada tingkat level, sehingga estimasi yang dilakukan secara langsung berpotensi menghasilkan regresi lancung (*spurious regression*) yang menyesatkan. Oleh karena itu, sebelum melangkah ke pengujian kointegrasi dan pemodelan, penelitian ini terlebih dahulu melakukan uji akar unit untuk mengidentifikasi orde integrasi dari masing-masing variabel.

Pengujian ini menggunakan dua metode secara bersamaan, yaitu uji Levin-Lin-Chu (LLC) dan uji Im-Pesaran-Shin (IPS). Penggunaan dua uji secara simultan dimaksudkan untuk memperoleh hasil yang lebih *robust*, sebagaimana dilakukan oleh Nkalu et al. (2020) yang juga mengombinasikan kedua uji ini dalam analisis Panel VECM mereka.

Kedua uji tersebut bertumpu pada kerangka *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), namun berbeda pada asumsi yang digunakan. Uji LLC mengasumsikan koefisien autoregresif yang homogen, yaitu seragam untuk seluruh negara dalam panel. Sebaliknya, uji IPS bersifat lebih fleksibel karena membolehkan koefisien autoregresif yang heterogen, sehingga setiap negara diperkenankan memiliki kecepatan penyesuaian yang berbeda. Hipotesis nol ($H_0: \rho = 0$) menyatakan bahwa variabel mengandung akar unit atau tidak stasioner, sedangkan hipotesis alternatif ($H_1: \rho < 0$) menyatakan bahwa variabel telah stasioner.

Penentuan Lag Optimal

Pemodelan *Vector Autoregression* (VAR) dalam penelitian ini berfungsi untuk dua tujuan metodologis utama. Pertama, penentuan lag optimum ditentukan menggunakan VAR Lag Order Selection Criteria dengan model yang melibatkan vektor variabel endogen. Kriteria yang digunakan adalah *Schwarz Information Criterion* (SC) dan *Hannan-Quinn Information Criterion* (HQ) yang lebih sesuai untuk sampel dengan dimensi waktu terbatas. Kedua, setelah lag optimum ditetapkan, VAR dispesifikasikan dalam *levels* (bukan *first difference*) dengan total lag $K + d_{\max}$, dimana $d_{\max}$ adalah orde integrasi maksimum variabel. Mengingat orde integrasi maksimum dalam penelitian ini adalah $I(1)$, maka $d_{\max} = 1$, sehingga total lag VAR = 2.

Uji Kointegrasi

Penelitian ini menggunakan uji kointegrasi panel Pedroni yang merupakan pendekatan berbasis residual yang secara khusus dirancang untuk data panel. Pengujian diawali dengan mengestimasi hubungan jangka panjang antarvariabel. Residual yang dihasilkan dari persamaan tersebut kemudian diuji stasioneritasnya. Apabila residual terbukti stasioner, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan kointegrasi atau keseimbangan jangka panjang antarvariabel. Uji Pedroni dipilih karena keunggulannya dalam mengakomodasi heterogenitas antarnegara, yakni dengan memperkenankan vektor kointegrasi yang berbeda-beda pada tiap unit melalui statistik kelompok (*between-dimension*). Hipotesis nol pada uji ini menyatakan tidak adanya kointegrasi, sedangkan hipotesis alternatif menyatakan adanya kointegrasi antarvariabel.

Uji Granger (Analisis Kausalitas)

Uji kausalitas panel dilakukan menggunakan metode Dumitrescu-Hurlin (2012) yang diintegrasikan dalam *framework* Toda-Yamamoto (1995), sebagaimana dikembangkan oleh Andriansyah dan Messinis (2019). Kombinasi ini dipilih karena mengakomodasi heterogenitas antar unit *cross-section*, valid untuk variabel dengan orde integrasi berbeda, mampu menguji kausalitas secara trivariate, dan menghindari *omitted variable bias* yang terjadi pada uji bivariate.

Spesifikasi model dan mekanisme pengujian berdasarkan tiga persamaan VAR dalam *framework* Toda-Yamamoto. Uji kausalitas dilakukan untuk enam pasang hipotesis. Untuk setiap pasang kausalitas, hipotesis nol dirumuskan bahwa koefisien lag dari variabel penyebab sama dengan nol untuk semua negara dan semua lag. *Individual Wald statistic* untuk negara dihitung, kemudian *panel Wald statistic* diperoleh dengan merata-ratakan *individual Wald statistic*. Statistik panel yang dinormalisasi mengikuti distribusi normal standar $N(0,1)$. Kriteria keputusan dalam analisis kausalitas Dumitrescu-Hurlin dalam *framework* Toda-Yamamoto adalah H_0 ditolak (ada kausalitas) jika nilai probabilitas kurang dari 0,05 (taraf 5%) atau kurang dari 0,01 (taraf 1%), dan H_0 diterima (tidak ada kausalitas) jika nilai probabilitas lebih dari 0,05 (taraf 5%) atau lebih dari 0,01 (taraf 1%).

Estimasi Model ARDL Pooled Mean Group (PMG)

Model ARDL PMG digunakan untuk menganalisis hubungan jangka panjang dan jangka pendek antar variabel. PMG dipilih karena memungkinkan koefisien jangka pendek berbeda antar negara namun membatasi koefisien jangka panjang agar sama. Spesifikasi ini tepat untuk panel ASEAN yang heterogen dalam dinamika jangka pendek namun diperkirakan memiliki keseimbangan jangka panjang yang konvergen (Pesaran et al., 1999). Penggunaan ARDL didasarkan pada tidak terdapat variabel $I(2)$, terdapat

bukti kointegrasi berdasarkan uji Pedroni, dan adanya kombinasi variabel $I(0)$ dan $I(1)$ yang menghalangi penggunaan VECM standar.

Estimasi dalam ARDL PMG akan dilakukan untuk dua persamaan, yaitu persamaan dengan dependen LNGDPC dan persamaan dengan dependen LNFOSSILC. Pada kedua persamaan tersebut, koefisien jangka panjang sama untuk semua negara dalam PMG, koefisien ECT atau *speed of adjustment* berbeda antar negara, dan koefisien jangka pendek juga berbeda antar negara. Koefisien ECT harus negatif dan signifikan untuk mengkonfirmasi mekanisme koreksi error.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Data

Penelitian ini memberikan hasil analisis kausalitas antara *Foreign Direct Investment* (FDI), Pertumbuhan Ekonomi dan Konsumsi Energi Fosil di kawasan ASEAN. Negara yang menjadi unit analisis adalah Indonesia, Malaysia, Singapura, Thailand, Vietnam, dan Filipina dalam kurun waktu 2005-2024. Aplikasi olah data menggunakan perangkat lunak E-Views, dengan data panel, yaitu kombinasi data deret waktu (*time series*) dan data lintas sektor (*cross section*) dengan total keseluruhan observasi dalam penelitian ini adalah 120 observasi. Tabel 1 menyajikan statistik deskriptif untuk ketiga variabel penelitian.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

Statistik Deskriptif	FDI	FOSSILC	GDPC
Mean	6,134670	31039,77	24900,91
Median	3,041000	10364,51	13717,96
Maksimum	32,59650	175846,9	119927,8
Minimum	-0,858000	2773,767	5229,451
Standar Deviasi	7,803392	47636,20	29089,85

(Sumber: World Bank dan Our World in Data, diolah menggunakan EViews 12, 2025)

Berdasarkan Tabel 1, variabel FDI memiliki rata-rata sebesar 6,13 dengan nilai tertinggi sebesar 32,60 dan nilai terendah sebesar -0,86. Nilai minimum yang negatif mencerminkan adanya *net outflow* investasi yang terjadi pada salah satu negara ASEAN selama periode penelitian, kemungkinan besar berkaitan dengan dampak pandemi COVID-19 terhadap arus modal global pada tahun 2020. Standar deviasi sebesar 7,80 menunjukkan adanya variasi nilai FDI yang cukup besar antar negara dan antar waktu dalam sampel penelitian.

Variabel FOSSILC menunjukkan rata-rata konsumsi energi fosil sebesar 31.039,77, dengan nilai tertinggi mencapai 175.846,9 dan nilai terendah sebesar 2.773,77. Standar deviasi sebesar 47.636,20 yang melebihi nilai rata-ratanya sendiri mengindikasikan tingkat variasi yang sangat besar dalam konsumsi energi fosil antar negara-negara ASEAN, mencerminkan perbedaan signifikan dalam skala industrialisasi dan kebutuhan energi masing-masing negara.

Variabel GDPC memiliki rata-rata sebesar 24.900,91 dengan nilai tertinggi sebesar 119.927,8 dan nilai terendah sebesar 5.229,45. Standar deviasi sebesar 29.089,85 menggambarkan kesenjangan tingkat pendapatan per kapita yang besar di antara negara-negara ASEAN, mulai dari negara berpendapatan menengah hingga negara dengan tingkat pendapatan tinggi dalam kawasan tersebut. Secara keseluruhan,

tingginya nilai standar deviasi pada ketiga variabel dibandingkan dengan rentang nilai mean dan median mengindikasikan adanya heterogenitas yang besar antar negara ASEAN dalam hal konsumsi energi fosil, pertumbuhan ekonomi, dan arus investasi asing langsung selama periode penelitian.

Hasil Uji Stasioneritas

Pengujian stasioneritas data panel dilakukan sebagai langkah awal untuk mengetahui sifat data sebelum estimasi model dilakukan. Penelitian ini menggunakan dua metode uji akar unit panel secara bersamaan, yaitu Levin-Lin-Chu (LLC) dan Im-Pesaran-Shin (IPS). LLC mengasumsikan proses unit root yang homogen antar unit cross-section, sementara IPS mengasumsikan proses unit root yang heterogen antar unit cross-section. Penggunaan kedua metode secara simultan bertujuan untuk memperoleh hasil yang lebih *robust*, mengingat karakteristik negara-negara ASEAN yang sangat beragam satu sama lain baik dari sisi struktur ekonomi, tingkat pembangunan, maupun kebijakan energi.

Tabel 2. Hasil Uji Stasioneritas Data

Variabel	Level		First Difference		Keterangan
	LLC	IPS	LLC	IPS	
LNFOSSILC	-	-	-	-	I(1)
LNGDPC	-	-	-	-	I(1)
LFDI	-	-	-	-	I(0)

(Sumber: Data diolah oleh peneliti, 2026)

Hasil uji stasioneritas menunjukkan bahwa variabel konsumsi energi fosil (LNFOSSILC) dan pertumbuhan ekonomi (LNGDPC) tidak stasioner pada tingkat level namun stasioner pada *first difference*, sehingga kedua variabel tersebut terintegrasi pada orde satu atau I(1). Sementara itu, variabel *Foreign Direct Investment* (LFDI) menunjukkan hasil yang berbeda, yakni stasioner pada tingkat level atau I(0). Dengan demikian, terdapat kombinasi orde integrasi I(0) dan I(1) dalam model penelitian ini.

Kondisi orde integrasi yang tidak seragam ini menjadi justifikasi metodologis yang kuat untuk pemilihan pendekatan analisis dalam penelitian ini. Sebagaimana dikemukakan oleh Toda dan Yamamoto (1995), pendekatan modifikasi Granger causality dalam *framework* VAR dapat diterapkan tanpa mensyaratkan keseragaman orde integrasi antar variabel. Hal ini juga konsisten dengan pendekatan yang digunakan oleh Andriansyah dan Messinis (2019) yang menggabungkan *framework* Toda-Yamamoto dengan uji kausalitas panel Dumitrescu-Hurlin untuk data dengan orde integrasi campuran.

Hasil Uji Kointegrasi

Uji kointegrasi panel dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan keseimbangan jangka panjang antar variabel dalam sistem. Penelitian ini menggunakan uji kointegrasi Panel Pedroni (1999).

Tabel 3. Hasil Uji Kointegrasi Pedroni

Statistik	Prob.	Kesimpulan
Panel v-Statistic	0,0000	Ada kointegrasi ***
Panel rho-Statistic	0,0175	Ada kointegrasi **
Panel PP-Statistic	0,0000	Ada kointegrasi ***
Panel ADF-Statistic	0,0000	Ada kointegrasi ***

Group rho-Statistic	0,1340	Tidak signifikan
Group PP-Statistic	0,0000	Ada kointegrasi ***
Group ADF-Statistic	0,0000	Ada kointegrasi ***

(Sumber: Data diolah oleh peneliti, 2026)

Catatan: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$

Uji Pedroni menghasilkan 6 dari 7 statistik yang signifikan pada taraf 1%. Hanya Group rho-Statistic (prob. 0,1340) yang tidak signifikan, namun hal ini lazim terjadi mengingat statistik rho dikenal sebagai yang paling lemah dalam set statistik Pedroni dan sering tidak signifikan bahkan ketika kointegrasi sebenarnya ada (Pedroni, 1999). Pedroni sendiri merekomendasikan untuk lebih mengutamakan Panel ADF-Statistic dan Group ADF-Statistic terutama untuk sampel panel berukuran kecil seperti dalam penelitian ini ($N=6$). Dengan demikian, uji Pedroni memberikan bukti yang kuat mengenai adanya hubungan kointegrasi antar variabel. Keberadaan kointegrasi ini menjadi landasan penggunaan model ARDL PMG untuk mengestimasi hubungan jangka panjang dan jangka pendek, sekaligus mengkonfirmasi relevansi penggunaan *Error Correction Term* (ECT) dalam analisis dinamis.

Penentuan Lag Optimum

Penentuan lag optimum dilakukan menggunakan VAR Lag Order Selection Criteria dengan mempertimbangkan beberapa kriteria informasi secara simultan.

Tabel 4. Penentuan Lag Optimum

Kriteria	Lag Terpilih	Keterangan
SC (Schwarz)	1	Diutamakan untuk $T=20$
HQ (Hannan-Quinn)	1	Konsisten dengan SC
AIC	2	Cenderung lebih longgar
AR Roots Lag 1	Stabil	Semua modulus $< 1,000$
AR Roots Lag 2	Stabil	Semua modulus $< 1,000$

(Sumber: Data diolah oleh peneliti, 2026)

Berdasarkan hasil pengujian, *Schwarz Information Criterion* (SC) dan *Hannan-Quinn Information Criterion* (HQ) secara konsisten menunjukkan lag 1 sebagai lag optimum. Sementara *Akaike Information Criterion* (AIC) dan *sequential modified LR test* menunjukkan lag 2. Dengan mempertimbangkan bahwa SC dan HQ lebih sesuai untuk sampel dengan dimensi waktu yang terbatas ($T=20$) karena menggunakan *penalty* yang lebih besar untuk menghindari *overfitting*, serta dikonfirmasi oleh stabilitas model melalui AR Roots test yang menunjukkan seluruh akar karakteristik berada di dalam unit circle pada lag 1, penelitian ini menetapkan $K=1$ sebagai lag optimum.

Dalam *framework* Toda-Yamamoto (1995), lag yang digunakan dalam estimasi VAR adalah K ditambah orde integrasi maksimum ($dmax$). Mengingat orde integrasi maksimum variabel dalam penelitian ini adalah $I(1)$ sehingga $dmax=1$, maka total lag yang digunakan dalam uji kausalitas Dumitrescu-Hurlin adalah $K + dmax = 1 + 1 = 2$.

Estimasi ARDL Pooled Mean Group (PMG)

Estimasi ARDL *Pooled Mean Group* (PMG) dilakukan untuk menganalisis hubungan jangka panjang dan jangka pendek antar variabel. PMG dipilih karena metode ini mengizinkan koefisien jangka pendek berbeda antar negara namun membatasi koefisien jangka panjang agar sama, yakni suatu spesifikasi yang tepat untuk panel negara ASEAN yang heterogen dalam dinamika jangka pendek namun diperkirakan memiliki keseimbangan jangka panjang yang konvergen. Estimasi dilakukan untuk dua persamaan dengan Pertumbuhan Ekonomi (LNGDPC) dan Konsumsi Energi Fosil (LNFOSSILC) sebagai variabel dependen, sementara FDI diposisikan sebagai variabel independen mengingat sifatnya yang $I(0)$ tidak memenuhi syarat sebagai dependen dalam ARDL.

Tabel 5. Hasil Estimasi ARDL PMG Persamaan 1 (Dependen: LNGDPC)

Bagian	Variabel	Koefisien	Prob.	Interpretasi
Jangka Panjang	LNFOSSILC	1,011005	0,0000 ***	Setiap +1% EF, GDP naik 1,011% LR
Jangka Pendek	D(LNFOSSILC)	0,301221	0,0160 **	Signifikan 5%
Jangka Panjang	LFDI	-0,018157	0,4361	Tidak signifikan
Jangka Pendek	D(LFDI)	0,003200	0,0000 ***	Signifikan 1% (kecil magnitude)
Jangka Pendek	ECT (COINTEQ01)	-0,097463	0,2013	Negatif tapi tidak signifikan

(Sumber: Data diolah oleh peneliti, 2026)

Catatan: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$

Hasil estimasi jangka panjang menunjukkan bahwa konsumsi energi fosil (LNFOSSILC) berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi (LNGDPC) pada taraf 1%. Koefisien sebesar 1,011 mengindikasikan bahwa setiap kenaikan 1% konsumsi energi fosil akan mendorong kenaikan GDP per kapita sebesar 1,011% dalam jangka panjang, menunjukkan hubungan yang hampir proporsional (elastisitas mendekati uniter) antara kedua variabel di kawasan ASEAN. Dalam jangka pendek, perubahan konsumsi energi fosil berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi (prob. 0,0160), dengan koefisien 0,301 yang menunjukkan bahwa setiap kenaikan 1% konsumsi energi fosil mendorong kenaikan GDP sebesar 0,301% dalam jangka pendek. Temuan ini konsisten dengan teori yang menyatakan bahwa energi merupakan input produksi yang fundamental dalam proses pertumbuhan ekonomi (Stern, 2000).

Sementara itu, FDI tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap GDP per kapita dalam jangka panjang (prob. 0,4361) namun berpengaruh positif dan signifikan (prob. 0,0000) terhadap pertumbuhan ekonomi jangka pendek, meskipun dengan koefisien yang sangat kecil (0,003). Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun FDI masuk ke negara-negara ASEAN, dampaknya terhadap pertumbuhan ekonomi dalam jangka panjang tidak terkonfirmasi secara statistik, kemungkinan karena manfaat FDI lebih terkonsentrasi pada sektor tertentu dan tidak merata dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi secara agregat.

Koefisien ECT (COINTEQ01) bernilai negatif (-0,097) namun tidak signifikan secara statistik (prob. 0,2013). Meskipun arah koefisien sudah benar, ketidaksignifikanan ECT pada persamaan ini mengindikasikan bahwa mekanisme koreksi error dari ketidakseimbangan jangka pendek menuju keseimbangan jangka panjang relatif lemah ketika GDP dijadikan variabel dependen. Hal ini dapat dipahami mengingat hasil uji kausalitas DH-TY menunjukkan bahwa GDP justru berperan sebagai variabel

penggerak (*cause*) dalam sistem, bukan sebagai variabel yang menyesuaikan diri.

Tabel 6. Hasil Estimasi ARDL PMG Persamaan 2 (Dependen: LNFOSSILC)

Bagian	Variabel	Koefisien	Prob.	Interpretasi
Jangka Panjang	LNGDPC	0,909802	0,0000 ***	Setiap +1% GDP, EF naik 0,910% LR
Jangka Pendek	D(LNGDPC)	0,951890	0,0070 ***	Signifikan 1% — respons EF hampir 1:1
Jangka Panjang	LFDI	0,039241	0,0026 ***	Signifikan 1% — FDI dorong konsumsi EF LR
Jangka Pendek	D(LFDI)	-0,001947	0,5576	Tidak signifikan jangka pendek
Jangka Pendek	ECT (COINTEQ01)	-0,198173	0,0935 *	Signifikan 10%, koreksi 19,8%/tahun

(Sumber: Data diolah oleh peneliti, 2026)

Catatan: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,10$

Estimasi jangka panjang dengan konsumsi energi fosil (LNFOSSILC) sebagai dependen menghasilkan temuan yang sangat signifikan. Pertumbuhan ekonomi (LNGDPC) berpengaruh positif dan signifikan terhadap konsumsi energi fosil pada taraf 1%, dengan koefisien 0,910 yang mengindikasikan bahwa setiap kenaikan 1% GDP per kapita mendorong kenaikan konsumsi energi fosil sebesar 0,910% dalam jangka panjang. Dalam jangka pendek, perubahan GDP berpengaruh positif dan sangat signifikan terhadap perubahan konsumsi energi fosil (prob. 0,0070), dengan koefisien 0,952 yang menunjukkan respons konsumsi energi yang hampir satu-ke-satu terhadap perubahan output ekonomi. Temuan ini mendukung *Conservation Hypothesis* yang menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi mendorong peningkatan konsumsi energi; semakin makmur suatu perekonomian, semakin besar kebutuhan energinya untuk menopang aktivitas produksi dan konsumsi.

FDI juga menunjukkan pengaruh positif dan signifikan terhadap konsumsi energi fosil dalam jangka panjang (prob. 0,0026), dengan koefisien 0,039. Temuan ini mengindikasikan bahwa masuknya investasi asing ke negara-negara ASEAN dalam jangka panjang mendorong peningkatan konsumsi energi fosil, konsisten dengan argumen bahwa FDI seringkali masuk ke sektor-sektor padat energi di negara berkembang. Sementara itu, perubahan FDI tidak berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi dalam jangka pendek (prob. 0,5576), mengindikasikan bahwa dampak FDI terhadap energi membutuhkan waktu yang lebih panjang untuk terwujud.

Koefisien ECT sebesar -0,198 signifikan pada taraf 10% (prob. 0,0935), menunjukkan bahwa sekitar 19,8% ketidakseimbangan antara konsumsi energi fosil aktual dan keseimbangannya terkoreksi setiap tahun. Meskipun mekanisme koreksi ini relatif lambat, keberadaan ECT yang negatif dan signifikan (meskipun hanya di taraf 10%) mengkonfirmasi adanya proses penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang dalam persamaan energi.

Uji Kausalitas Dumitrescu-Hurlin dalam Framework Toda-Yamamoto

Hasil estimasi ARDL PMG pada sub-bab sebelumnya telah mengonfirmasi adanya hubungan jangka panjang dan jangka pendek yang signifikan antar variabel penelitian. Namun, ARDL PMG belum dapat menjelaskan arah kausalitas yang lebih spesifik, khususnya bagi variabel FDI yang bersifat $I(0)$ dan tidak dapat dijadikan variabel dependen dalam model ARDL. Oleh karena itu, sub-bab ini menyajikan hasil uji kausalitas data panel untuk menganalisis arah hubungan kausal antar ketiga variabel secara lebih

komprehensif, termasuk keterlibatan FDI sebagai variabel endogen dalam sistem kausalitas.

Uji kausalitas panel dilakukan menggunakan metode Dumitrescu-Hurlin (2012) yang diintegrasikan dalam *framework* Toda-Yamamoto (1995). Dengan lag optimum K=1 dan dmax=1, total lag yang digunakan dalam uji DH-TY adalah 2.

Tabel 7. Hasil Uji Kausalitas Dumitrescu-Hurlin Toda-Yamamoto

Hipotesis Nol	W-Stat	Zbar-Stat	Prob.	Keputusan
LNFOSSILC tidak menyebabkan LFDI	6,70563	3,74398	0,0002 ***	TOLAK H0 — Ada kausalitas
LFDI tidak menyebabkan LNFOSSILC	1,85229	-0,44092	0,6593	Terima H0
LNGDPC tidak menyebabkan LFDI	7,13668	4,11567	0,0000 ***	TOLAK H0 — Ada kausalitas
LFDI tidak menyebabkan LNGDPC	2,39561	0,02757	0,9780	Terima H0
LNGDPC tidak menyebabkan LNFOSSILC	4,89351	2,18144	0,0292 **	TOLAK H0 — Ada kausalitas
LNFOSSILC tidak menyebabkan LNGDPC	1,02451	-1,15469	0,2482	Terima H0

(Sumber: Data diolah oleh peneliti, 2026)

Catatan: *** p < 0,01; ** p < 0,05

Hasil pengujian menunjukkan tiga hubungan kausalitas yang signifikan, seluruhnya bersifat satu arah (*unidirectional causality*). Secara keseluruhan, FDI berperan sebagai **pure recipient** dalam sistem hubungan kausalitas di negara-negara ASEAN yang dipengaruhi oleh kondisi ekonomi (GDP) dan ketersediaan energi fosil, namun tidak memberikan umpan balik yang signifikan terhadap keduanya dalam periode penelitian ini.

Pembahasan

Hubungan Kausalitas antara Konsumsi Energi Fosil dan Pertumbuhan Ekonomi

Terdapat kausalitas satu arah dari pertumbuhan ekonomi menuju konsumsi energi fosil (LNGDPC → LNFOSSILC) yang signifikan pada taraf 5% (prob. 0,0292), sementara arah sebaliknya tidak signifikan (prob. 0,2482). Temuan ini mendukung *Conservation Hypothesis* yang menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi mendorong peningkatan konsumsi energi, namun tidak sebaliknya. Hasil serupa juga ditemukan oleh Yildirim et al. (2014) dan Munir & Smyth (2020). Munir & Smyth (2020) menemukan kausalitas satu arah dari GDP terhadap konsumsi energi di Indonesia, Malaysia, dan Thailand, sementara Yildirim et al. (2014) menemukan kausalitas satu arah dari GDP ke konsumsi energi pada Indonesia dan Malaysia.

Implikasi kebijakan dari temuan ini sangat penting: kebijakan konservasi energi atau pengurangan konsumsi energi fosil di negara-negara ASEAN tidak akan berdampak negatif terhadap pertumbuhan ekonomi, karena arah kausalitas berjalan dari GDP ke energi, bukan sebaliknya. Dengan demikian, H1 yang menyatakan adanya hubungan kausalitas antara konsumsi energi fosil dan pertumbuhan ekonomi **diterima**.

Hubungan Kausalitas antara Konsumsi Energi Fosil dan FDI

Terdapat kausalitas satu arah dari konsumsi energi fosil menuju FDI (LNFOSSILC → LFDI) yang signifikan pada taraf 1% (prob. 0,0002), sementara arah sebaliknya tidak signifikan (prob. 0,6593). Temuan

ini mendukung *Pollution Haven Hypothesis* yang menyatakan bahwa negara-negara dengan konsumsi energi fosil yang lebih tinggi umumnya berkorelasi dengan regulasi lingkungan yang lebih longgar dan biaya energi yang lebih rendah, yang akan cenderung menarik lebih banyak FDI, khususnya dari sektor industri yang padat energi.

Hasil serupa ditemukan oleh Lu et al. (2021) yang menggunakan uji kausalitas Dumitrescu-Hurlin pada panel negara-negara *Belt and Road Initiative*, menemukan kausalitas satu arah dari konsumsi energi menuju FDI. Konsistensi temuan ini memperkuat keberadaan pola kausalitas satu arah dari konsumsi energi menuju investasi asing langsung di kawasan ASEAN. Dengan demikian, H2 yang menyatakan adanya hubungan kausalitas antara konsumsi energi fosil dan FDI **diterima**.

Hubungan Kausalitas antara Pertumbuhan Ekonomi dan FDI

Terdapat kausalitas satu arah dari pertumbuhan ekonomi menuju FDI ($LNGDPC \rightarrow LFDI$) yang signifikan pada taraf 1% (prob. 0,0000), sementara arah sebaliknya tidak signifikan (prob. 0,9780). Temuan ini menunjukkan bahwa besarnya perekonomian suatu negara menjadi daya tarik utama bagi masuknya investasi asing, konsisten dengan teori OLI Dunning (1981) yang menekankan *location advantage* berupa ukuran pasar sebagai determinan utama FDI.

Hasil penelitian ini juga diperkuat oleh penelitian Annisa Amalia Noor (2024) yang menyatakan bahwa terdapat hubungan kausalitas satu arah yakni pertumbuhan ekonomi menyebabkan FDI, lalu penelitian Pao & Tsai (2011) juga menunjukkan hasil yang serupa, ditemukan hubungan kausalitas satu arah yakni pertumbuhan ekonomi menyebabkan FDI di Negara BRIC. Tidak adanya kausalitas balik dari FDI ke GDP mengindikasikan bahwa dalam konteks ASEAN periode 2005-2024, FDI belum terbukti secara signifikan mendorong pertumbuhan ekonomi per kapita, sebuah temuan yang sejalan dengan beberapa studi yang mempertanyakan efektivitas FDI dalam mendorong pertumbuhan di negara berkembang (Belloumi & Alshehry, 2018). Dengan demikian, H3 yang menyatakan adanya hubungan kausalitas antara pertumbuhan ekonomi dan FDI **diterima**.

Integrasi Hasil ARDL PMG dan Kausalitas Dumitrescu-Hurlin dalam Framework Toda-Yamamoto

Kombinasi hasil ARDL PMG dan uji kausalitas DH-TY memberikan gambaran yang komprehensif mengenai hubungan dinamis antara konsumsi energi fosil, pertumbuhan ekonomi, dan FDI di negara-negara ASEAN. ARDL PMG mengungkapkan besaran dan arah pengaruh dalam jangka panjang dan pendek: energi fosil dan GDP saling terkait kuat dengan elastisitas mendekati 1, sementara FDI memiliki pengaruh signifikan terhadap konsumsi energi dalam jangka panjang namun tidak terhadap GDP. DH-TY mengungkapkan arah kausalitas yang lebih tepat: GDP adalah penggerak utama yang memengaruhi baik energi maupun FDI, sementara energi fosil juga memengaruhi FDI, dan FDI tidak memengaruhi balik keduanya.

Kedua metode ini saling melengkapi dan menghasilkan narasi yang konsisten yakni pertumbuhan ekonomi adalah motor penggerak utama dalam sistem energi-investasi ASEAN, mendorong konsumsi energi fosil yang pada gilirannya menarik lebih banyak FDI ke kawasan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan mengenai analisis kausalitas antara konsumsi energi fosil, pertumbuhan ekonomi, dan FDI di negara-negara ASEAN, kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut.

Terdapat kausalitas satu arah dari konsumsi energi fosil menuju *Foreign Direct Investment* (LNFOSSILC $\rightarrow$ LFDI) yang signifikan pada taraf 1% di negara-negara kawasan ASEAN periode 2005-2024. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi energi fosil berpotensi meningkatkan masuknya investasi asing langsung, sementara arus FDI tidak terbukti memengaruhi konsumsi energi fosil secara signifikan. Temuan ini mendukung *Pollution Haven Hypothesis* yang menyatakan bahwa negara dengan konsumsi energi fosil tinggi cenderung menarik lebih banyak FDI karena regulasi lingkungan yang longgar dan biaya energi yang rendah.

Terdapat kausalitas satu arah dari pertumbuhan ekonomi menuju *Foreign Direct Investment* (LNGDPC $\rightarrow$ LFDI) yang signifikan pada taraf 1% di negara-negara kawasan ASEAN periode 2005-2024. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan pertumbuhan ekonomi berpotensi meningkatkan masuknya investasi asing langsung, sementara arus FDI tidak terbukti memengaruhi pertumbuhan ekonomi secara signifikan. Temuan ini konsisten dengan teori OLI Dunning yang menekankan ukuran pasar sebagai daya tarik utama FDI, namun juga mengindikasikan bahwa FDI di ASEAN belum efektif mendorong pertumbuhan ekonomi.

Terdapat kausalitas satu arah dari pertumbuhan ekonomi menuju konsumsi energi fosil (LNGDPC $\rightarrow$ LNFOSSILC) yang signifikan pada taraf 5% di negara-negara kawasan ASEAN periode 2005-2024. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan pertumbuhan ekonomi berpotensi meningkatkan konsumsi energi fosil, sementara konsumsi energi fosil tidak terbukti memengaruhi pertumbuhan ekonomi secara signifikan. Temuan ini mendukung *Conservation Hypothesis* yang menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi mendorong peningkatan konsumsi energi.

Dalam jangka panjang, konsumsi energi fosil berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dengan koefisien sebesar 1,011 yang signifikan pada taraf 1%, menunjukkan hubungan yang hampir proporsional antara kedua variabel di kawasan ASEAN. Sementara itu, FDI tidak berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dalam jangka panjang. Dalam jangka pendek, baik konsumsi energi fosil maupun FDI berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi, meskipun pengaruh FDI relatif kecil secara magnitude.

Dalam jangka panjang, pertumbuhan ekonomi dan FDI sama-sama berpengaruh positif dan signifikan terhadap konsumsi energi fosil, dengan koefisien masing-masing sebesar 0,910 yang signifikan pada taraf 1% dan 0,039 yang signifikan pada taraf 1%. Dalam jangka pendek, hanya pertumbuhan ekonomi yang berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi fosil, sementara FDI belum menunjukkan pengaruh yang signifikan dalam jangka pendek, mengindikasikan bahwa dampak FDI terhadap konsumsi energi membutuhkan waktu untuk terwujud secara penuh.

Koefisien *Error Correction Term* (ECT) pada kedua persamaan ARDL PMG bernilai negatif, mengindikasikan adanya mekanisme penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang. Pada persamaan dengan pertumbuhan ekonomi sebagai variabel dependen, ECT tidak signifikan secara statistik, sejalan dengan temuan kausalitas yang menunjukkan pertumbuhan ekonomi berperan sebagai variabel penggerak

dalam sistem. Sementara itu, pada persamaan dengan konsumsi energi fosil sebagai variabel dependen, ECT signifikan pada taraf 10% dengan kecepatan penyesuaian sebesar 19,8% per tahun.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi merupakan motor penggerak utama dalam sistem energi-investasi ASEAN, yang mendorong konsumsi energi fosil sekaligus menarik FDI, sementara FDI tidak memberikan umpan balik yang signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi maupun konsumsi energi dalam jangka pendek, dan hanya berkontribusi pada konsumsi energi dalam jangka panjang dengan magnitudo yang relatif kecil. Pola kausalitas ini mengindikasikan bahwa FDI di kawasan ASEAN selama periode 2005-2024 berperan sebagai *pure recipient* yang lebih banyak dipengaruhi oleh kondisi ekonomi dan ketersediaan energi, tanpa memberikan kontribusi balik yang signifikan terhadap keduanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriansyah, & Messinis, G. (2019). Foreign direct investment and economic growth in ASEAN: A Toda-Yamamoto approach. *Journal of Asian Economics*, *60*, 1-16.
- Annisa Amalia Noor, & Amalia, F. (2024). *Analisis Hubungan Kausalitas Foreign Direct Investment (FDI), Ekspor, Konsumsi, Pengeluaran Pemerintah, Dan Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia Tahun 1997 – 2022*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Belloumi, M., & Alshehry, A. S. (2018). The impact of foreign direct investment on economic growth in Saudi Arabia: A causality analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *8*(5), 87-95.
- Darwanto, D., Woyanti, N., Budi, S. P., Sasana, H., & Ghozali, I. (2019). The damaging growth: An empiric evidence of environmental Kuznets curve in Indonesia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *9*(5), 339–345. <https://doi.org/10.32479/ijeep.7816>
- Dunning, J. H. (1981). Explaining the international direct investment position of countries: Towards a dynamic or developmental approach. *Weltwirtschaftliches Archiv*, *117*(1), 30-64.
- El-Shafie, M., & Kambara, S. (2022). Recent advances in ammonia synthesis technologies: Toward future zero carbon emissions.
- Fiannurizki, P. Y. (2024). Hubungan antara pendapatan, konsumsi energi, FDI, perdagangan, pariwisata, dan lingkungan: Analisis data 5 negara ASEAN. *Jurnal Dinamika Ekonomi Pembangunan*, *7*(1), 25–34. <https://doi.org/10.33005/jdep.v7i1.480>
- Indriawati, R. M., Theola, S., & Kbarek, I. (2025). Investasi asing langsung sebagai katalis pertumbuhan ekonomi di Indonesia: Studi komprehensif.
- Li, B., & Haneklaus, N. (2022). The role of clean energy, fossil fuel consumption and trade openness for carbon neutrality in China. *Energy Reports*, *8*, 1090–1098. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.02.092>
- Li, W., Yu, X., Hu, N., Huang, F., Wang, J., & Peng, Q. (2022). Study on the relationship between fossil energy consumption and carbon emission in Sichuan Province. *Energy Reports*, *8*, 53–62. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.01.112>
- Lu, J., Imran, M., Haseeb, A., Saud, S., Wu, M., Siddiqui, F., & Khan, M. J. (2021). Nexus between

- financial development, FDI, globalization, energy consumption and environment: Evidence from BRI countries. *Frontiers in Energy Research*, *9*. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.707590>
- Moftah, M., & Dilek, S. (2021). The relationship between energy consumption, economic growth and FDI in MENA countries: Evidence from ARDL bounds testing approach. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *11*(4), 280-288.
- Munir, Q., & Smyth, R. (2020). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in the ASEAN-5 countries: A cross-sectional dependence approach.
- Mwakabungu, B. H. P., & Kauangal, J. (2023). An empirical analysis of the relationship between FDI and economic growth in Tanzania. *Cogent Economics and Finance*, *11*(1). <https://doi.org/10.1080/23322039.2023.2204606>
- Nupehewa, S., Liyanage, S., Polkotuwa, D., Thiyagarajah, M., Jayathilaka, R., & Lokeshwara, A. (2022). More than just investment: Causality analysis between foreign direct investment and economic growth. *PLoS ONE*, *17*(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276621>
- Nur Mozahid, M., Akter, S., & Hafiz Iqbal, M. (2022). Causality analysis of CO2 emissions, foreign direct investment, gross domestic product, and energy consumption: Empirical evidence from South Asian Association for Regional Cooperation (SAARC) countries. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(43), 65684–65698. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20362-3>
- Pao, H. T., & Tsai, C. M. (2011). Multivariate Granger causality between CO2 emissions, energy consumption, FDI (foreign direct investment) and GDP (gross domestic product): Evidence from a panel of BRIC (Brazil, Russian Federation, India, and China) countries. *Energy*, *36*(1), 685–693. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.09.041>
- Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, *61*(S1), 653-670.
- Rahmawati, A., & Robertus, M. H. (2023). Pengaruh konsumsi listrik, pertumbuhan ekonomi, industrialisasi, dan keterbukaan perdagangan terhadap emisi CO2 di Indonesia tahun 1983-2019. *Diponegoro Journal of Economics*, *12*(3), 13–21. <https://doi.org/10.14710/djoe.39536>
- Sahir, S. H. (2022). *Metodologi Penelitian*. Penerbit KBM Indonesia.
- Sankaran, A., Kumar, S., & Das, M. (2019). Energy consumption, economic growth and FDI in ASEAN countries: A panel ARDL approach. *Journal of Economic Development*, *44*(4), 47-64.
- 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>
- Schleussner, C. F., Ganti, G., Rogelj, J., & Gidden, M. J. (2022). An emission pathway classification reflecting the Paris Agreement climate objectives. *Communications Earth and Environment*, *3*(1). <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00467-w>
- Septyani, D., & Hartati, S. (2024). Konsumsi energi fosil terhadap pertumbuhan ekonomi. *Journal of Economic, Business and Accounting*.
- Singh, S., Kiran, B. R., & Mohan, S. V. (2024). Carbon farming: A circular framework to augment CO2 sinks and to combat climate change. *Environmental Science: Advances*, *3*(4), 522–542. <https://doi.org/10.1039/d3va00296a>
- Sotiropoulou, A., Tsagkanos, A., & Vartholomatou, K. (2023). Foreign direct investment and economic

- growth in the European Union: A Toda-Yamamoto approach. *Journal of Economic Studies*, *50*(4), 789-804.
- Stern, D. I. (2000). A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the US macroeconomy. *Energy Economics*, *22*(2), 267-283.
- Sugiono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sukirno, S. (1994). *Teori Ekonomi Makro*. Rajawali Pers.
- Tijjani Usman, I. M., Ho, Y. C., Baloo, L., Lam, M. K., & Sujarwo, W. (2022). A comprehensive review on the advances of bioproducts from biomass towards meeting net zero carbon emissions (NZCE). *Bioresource Technology*, *366*. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.128167>
- Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, *66*(1-2), 225-250.
- UNFCCC. (2015). *Paris Agreement*. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- Wang, J., & Azam, W. (2024). Natural resource scarcity, fossil fuel energy consumption, and total greenhouse gas emissions in top emitting countries. *Geoscience Frontiers*, *15*(2). <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101757>
- Whilla Saputra, A., & Indira Hasmarini, M. (2025). Apakah foreign direct investment dan pertumbuhan ekonomi menyebabkan emisi karbon di Indonesia? *Issues*, *8*.
- Yildirim, E., Aslan, A., & Ozturk, I. (2014). Energy consumption and GDP in ASEAN countries: Bootstrap-corrected panel and time series causality tests. *Singapore Economic Review*, *59*(2). <https://doi.org/10.1142/S0217590814500106>