MUSYTARI
ISSN : 3025-9495
Neraca Akuntansi Manajemen, Ekonomi
Vol 25 No 9 Tahun 2026

ANALISIS KAUSALITAS ANTARA KONSUMSI ENERGI FOSIL PER KAPITA, GDP PER KAPITA, DAN FOREIGN DIRECT INVESTMENT DI NEGARA-NEGARA ASEAN

Maisa Mahran Rahmahhani[1], Siti Fatimah Zahra[2], Sri Indah Nikensari[3]
Pendidikan Ekonomi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Negeri Jakarta
Maisahani08@gmail.com

Abstract

This study analyzes the causal relationships between per capita fossil energy consumption, GDP per capita, and Foreign Direct Investment (FDI) in six ASEAN countries (Indonesia, Malaysia, Singapore, Thailand, Vietnam, and the Philippines) over the period 2005-2024. Using a balanced annual panel of 120 observations, the analysis proceeds through panel unit root tests, the Pedroni panel cointegration test, an ARDL Pooled Mean Group (PMG) estimation, and the Dumitrescu-Hurlin panel causality test augmented with the Toda-Yamamoto framework (DH-TY), a combination selected to accommodate the mixed order of integration, I(0) and I(1), found among the variables. The results show three significant unidirectional causal relationships: from GDP per capita to FDI (prob. 0.0000), from fossil energy consumption per capita to FDI (prob. 0.0002), and from GDP per capita to fossil energy consumption per capita (prob. 0.0292), while no causality is found in the reverse directions. The long-run ARDL PMG estimates further indicate that fossil energy consumption and GDP per capita move together strongly and positively, with elasticities close to unity.

Keywords: Fossil Energy Consumption per Capita, GDP per Capita, Foreign Direct Investment, Panel Causality, Dumitrescu-Hurlin, Toda-Yamamoto, ASEAN

Abstrak

Penelitian ini menganalisis hubungan kausalitas antara Konsumsi energi fosil per kapita, GDP per kapita, dan Foreign Direct Investment (FDI) di enam negara ASEAN (Indonesia, Malaysia, Singapura, Thailand, Vietnam, dan Filipina) selama periode 2005–2024. Dengan menggunakan data panel seimbang sebanyak 120 observasi, analisis dilakukan melalui uji stasioneritas panel, uji kointegrasi panel Pedroni, estimasi ARDL Pooled Mean Group (PMG), serta uji kausalitas panel Dumitrescu-Hurlin dengan augmentasi Toda-Yamamoto (DH-TY) — kombinasi metode yang dipilih karena sesuai dengan orde integrasi campuran, I(0) dan I(1), yang ditemukan pada variabel penelitian. Hasil penelitian menunjukkan terdapat tiga hubungan kausalitas satu arah yang signifikan, yaitu dari GDP per kapita menuju FDI (prob. 0,0000), dari Konsumsi energi fosil per kapita menuju FDI (prob. 0,0002), dan dari GDP per kapita menuju Konsumsi energi fosil per kapita (prob. 0,0292), sementara tidak ditemukan kausalitas pada arah sebaliknya. Estimasi jangka panjang ARDL PMG turut menunjukkan bahwa Konsumsi energi fosil per kapita dan GDP per kapita bergerak searah dan kuat, dengan elastisitas yang mendekati uniter.

Kata Kunci: Konsumsi Energi Fosil per Kapita, GDP per Kapita, Foreign Direct Investment, Kausalitas Panel, Dumitrescu-Hurlin, Toda-Yamamoto, ASEAN

Article history
Received : Agustus 2026
Reviewed: Agustus 2026
Published: Agustus 2026

Copyright : author
Publish by : musytari

This work is licensed under a creative commons attribution-noncommercial 4.0 international license

1. Pendahuluan

Perjanjian Paris 2015 menetapkan target pembatasan kenaikan suhu global hingga di bawah 1,5°C, sebagaimana ditegaskan kembali melalui Glasgow Climate Pact 2021 [1]. Suhu bumi saat ini mengalami perubahan yang sangat cepat akibat emisi karbon dioksida (CO2) berlebihan dari aktivitas manusia [2]. CO2 merupakan gas rumah kaca yang secara alami menjaga suhu bumi tetap hangat, namun peningkatan jumlahnya menciptakan perangkap radiasi panas yang mendorong kenaikan suhu atmosfer [3].

Sebagian besar emisi CO2 berasal dari Konsumsi energi fosil [4]; pada periode 1997–2025, lebih dari 75% emisi karbon dihasilkan dari penggunaan bahan bakar fosil, sehingga menjadikannya ancaman utama terhadap kualitas lingkungan [5]. Emisi CO2 tahunan dunia dari Konsumsi energi fosil dan sektor industri diperkirakan mencapai 35 miliar ton, di luar perubahan alih fungsi lahan [6]. Penggunaan energi fosil relatif sulit dikendalikan karena masih menjadi sumber utama produktivitas ekonomi di berbagai kawasan, termasuk Asia Tenggara (ASEAN), kawasan yang terus mengalami pertumbuhan permintaan energi seiring proses industrialisasi yang berlangsung.

Berdasarkan data Our World in Data, Singapura menempati posisi konsumen energi fosil per kapita tertinggi di ASEAN, diikuti oleh Malaysia dan Thailand, sementara Indonesia dan Filipina berada pada tingkat konsumsi yang relatif rendah. Pola ini turut mencerminkan variasi struktur industri antarnegara ASEAN, kawasan yang relevan dengan isu degradasi lingkungan dan memiliki hubungan yang kompleks dengan GDP [7].

Hubungan antara GDP per kapita dan degradasi lingkungan telah lama dijelaskan melalui hipotesis Environmental Kuznets Curve (EKC), yang menyatakan adanya hubungan berbentuk kurva U terbalik antara pendapatan per kapita dan degradasi lingkungan [8], [9]. Peningkatan Konsumsi energi fosil turut berkontribusi terhadap emisi CO2 melalui aktivitas industrialisasi dan intensitas penggunaan listrik [10]. Konsumsi energi fosil per kapita di Indonesia saat ini masih menunjukkan pengaruh positif dan signifikan terhadap GDP, dengan kontribusi mencapai 64,7% [11]. Peningkatan pendapatan, industrialisasi, dan pertumbuhan populasi pada akhirnya turut meningkatkan permintaan terhadap sumber daya alam dan energi [12], sementara ditemukan pula hubungan kausal dua arah antara PDB dan energi fosil pada berbagai konteks negara [13]. Energi memiliki peran penting dalam mendorong sistem ekonomi, baik dari sisi permintaan konsumen maupun penawaran produsen [14].

Di sisi lain, negara-negara ASEAN yang tengah menuju proses industrialisasi juga sangat bergantung pada Foreign Direct Investment (FDI) untuk mendorong ekspansi ekonomi. Tingginya nilai FDI yang masuk, disertai kebijakan dan pembangunan yang baik, dapat memberikan manfaat signifikan bagi negara tuan rumah, termasuk terciptanya lapangan kerja dan transfer teknologi [15]. Untuk menarik investor asing, berbagai insentif seperti pengurangan pajak dan kemudahan akses terhadap sumber daya alam turut diberikan [16]. Namun demikian, kegiatan produksi yang didorong oleh FDI sering kali meningkatkan konsumsi energi dan eksploitasi sumber daya alam secara berlebihan sehingga berujung pada peningkatan emisi karbon dioksida [17], sebagaimana tercermin dalam sejumlah aksi protes terhadap proyek infrastruktur energi hasil investasi asing di beberapa negara ASEAN [18].

Dalam kerangka Teori Pertumbuhan Ekonomi Neo-Klasik, kenaikan investasi merupakan hal krusial bagi pertumbuhan perekonomian suatu negara [19], sementara FDI dan GDP per kapita juga dilaporkan memiliki hubungan kausal dua arah (bi-directional) pada level global [13]. Meskipun demikian, berbagai studi menunjukkan temuan yang bervariasi dan tidak konsisten mengenai arah kausalitas antara ketiga variabel ini. Penelitian yang berfokus pada

pengembangan teknologi energi bersih melalui investasi asing menemukan hubungan kausal dua arah antara FDI dengan konsumsi energi dan antara PDB dengan konsumsi energi, namun tidak ditemukan hubungan kausal antara PDB dan FDI [20] — hal ini bertentangan dengan temuan hubungan kausal satu arah dari FDI terhadap GDP pada konteks lain [21]. Studi lain yang berfokus pada pengaruh GDP dan perkembangan sektor keuangan terhadap degradasi lingkungan menemukan bahwa GDP berpengaruh positif terhadap masuknya FDI, sementara FDI dan konsumsi energi memiliki hubungan timbal balik yang kuat [22].

Inkonsistensi temuan tersebut diduga disebabkan oleh perbedaan konteks wilayah, periode data, dan pendekatan metodologi yang digunakan. Namun demikian, pertanyaan yang lebih mendasar — mengapa Konsumsi energi fosil per kapita, khususnya di kawasan ASEAN, begitu sulit dikurangi — belum terjawab secara komprehensif, karena penelitian terdahulu umumnya menguji hubungan antarvariabel secara parsial dan belum menempatkan Konsumsi energi fosil per kapita, GDP per kapita, dan FDI sebagai satu sistem yang saling terikat secara simultan. Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan menguji hubungan kausalitas secara simultan antara ketiga variabel tersebut pada enam negara ASEAN periode 2005–2024, menggunakan pendekatan data panel dan uji kausalitas Dumitrescu-Hurlin dalam framework Toda-Yamamoto (DH-TY) yang mampu mengakomodasi orde integrasi campuran antarvariabel.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis: (1) hubungan kausalitas antara Konsumsi energi fosil per kapita dan GDP per kapita; (2) hubungan kausalitas antara Konsumsi energi fosil per kapita dan FDI; serta (3) hubungan kausalitas antara GDP per kapita dan FDI di negara-negara ASEAN.

Energi memegang peran penting dalam mendorong kegiatan perekonomian, karena hampir seluruh aktivitas ekonomi, mulai dari pertanian, industri, hingga rumah tangga, sangat bergantung pada ketersediaan energi [23]. Tingkat konsumsi energi bahkan menjadi salah satu faktor yang menentukan pertumbuhan dan perkembangan ekonomi suatu negara [23]. Di Indonesia, sumber energi terdiri atas sumber daya terbarukan seperti air, panas bumi, biomassa, dan biofuel, serta sumber energi tak terbarukan seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam [24]. Konsumsi energi fosil di Indonesia bahkan tercatat mencapai 95% dari total konsumsi energi pada tahun 2015, dan peningkatannya berkontribusi pada kenaikan emisi gas rumah kaca serta ketidakstabilan iklim [25].

Salah satu kerangka teori yang relevan dalam menjelaskan keterkaitan antara investasi asing dan degradasi lingkungan adalah Pollution Haven Hypothesis (PHH). Hipotesis ini menjelaskan bagaimana perusahaan multinasional mempertimbangkan standar lingkungan yang lebih rendah di negara berkembang sebagai salah satu kriteria pengambilan keputusan investasi, karena negara maju telah menerapkan standar lingkungan yang lebih ketat [26]. Investasi asing berpotensi meningkatkan degradasi lingkungan akibat relokasi industri ke negara dengan regulasi lingkungan yang longgar [22].

Kerangka teori kedua yang relevan adalah Environmental Kuznets Curve (EKC), sebuah hipotesis yang menggambarkan hubungan antara kualitas lingkungan dan GDP [27]. EKC menyatakan bahwa kualitas lingkungan pada awalnya akan menurun seiring peningkatan GDP hingga mencapai titik tertentu (turning point), lalu akan membaik setelahnya, membentuk kurva berbentuk U terbalik [27], [28]. Dengan demikian, seiring kenaikan GDP per kapita, kerusakan lingkungan akan terus meningkat hingga mencapai turning point, setelah itu kerusakan lingkungan akan menurun meskipun pendapatan terus naik [29].

GDP per kapita merupakan rata-rata output ekonomi yang diterima oleh setiap penduduk dalam suatu negara pada periode tertentu, diperoleh dengan membagi total output atau GDP dengan

jumlah penduduk, dan lazim digunakan untuk menggambarkan tingkat kesejahteraan, standar hidup, dan kemajuan ekonomi suatu negara [30]. Dalam kerangka Teori Pertumbuhan Neo-Klasik, GDP per kapita ditentukan oleh interaksi tiga faktor produksi utama, yaitu akumulasi modal, tenaga kerja, dan kemajuan teknologi [19].

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan variasi arah hubungan kausalitas antara GDP per kapita dan konsumsi energi. Penelitian pada negara-negara South Asian Association for Regional Cooperation (SAARC) menemukan hubungan kausalitas dua arah antara PDB dan konsumsi energi fosil [20]. Konsumsi energi yang lebih tinggi akan meningkatkan output ekonomi dan memperluas aktivitas ekonomi, terutama di negara berkembang yang konsumsi energinya masih berada di bawah tingkat minimum yang dibutuhkan untuk pertumbuhan [31]. Penelitian pada 117 negara turut menemukan hubungan kausal dua arah antara PDB dan konsumsi energi [13].

Ketersediaan energi juga berkorelasi dengan aliran FDI ke suatu negara. FDI yang besar pada industri negara berkembang menyebabkan peningkatan pendapatan signifikan dan memungkinkan kontribusi proaktif terhadap kerusakan lingkungan dan konsumsi energi [32]. Konsumsi energi di negara ekonomi Belt and Road Initiative dipengaruhi secara positif oleh FDI dan teknologi hijau [32]. Negara dengan pasokan energi yang memadai cenderung lebih menarik bagi investor asing karena menjamin kelangsungan operasional produksi [16], sementara hubungan kausal dua arah antara FDI dan Konsumsi energi fosil turut ditemukan pada level global [13].

Sementara itu, hubungan antara FDI dan GDP per kapita turut dijelaskan melalui berbagai temuan empiris yang beragam. FDI dilaporkan memiliki pengaruh negatif terhadap GDP pada sejumlah negara, kemungkinan disebabkan oleh faktor-faktor seperti ketidakstabilan politik, korupsi, dan kurangnya perlindungan hukum bagi investor asing [33]. Variasi temuan ini menegaskan bahwa arah kausalitas antara Konsumsi energi fosil per kapita, GDP per kapita, dan FDI masih diperdebatkan dalam literatur [34], sehingga pengujian secara simultan pada konteks panel ASEAN menjadi relevan untuk memperjelas arah hubungan tersebut secara lebih spesifik.

Berdasarkan kajian teori dan penelitian terdahulu tersebut, hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

H1: Terdapat hubungan kausalitas antara Konsumsi energi fosil per kapita dan GDP per kapita di negara-negara ASEAN.

H2: Terdapat hubungan kausalitas antara Konsumsi energi fosil per kapita dan Foreign Direct Investment (FDI) di negara-negara ASEAN.

H3: Terdapat hubungan kausalitas antara GDP per kapita dan Foreign Direct Investment (FDI) di negara-negara ASEAN.

3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data sekunder tahunan dari enam negara ASEAN, yaitu Indonesia, Singapura, Malaysia, Filipina, Thailand, dan Vietnam, selama periode 2005–2024, sehingga membentuk data panel seimbang sebanyak 120 observasi. Pemilihan keenam negara ini didasarkan pada kontribusi ekonomi yang signifikan di kawasan serta ketersediaan data yang konsisten. Data Konsumsi energi fosil per kapita dan GDP per kapita bersumber dari Our World in Data, sementara data Foreign Direct Investment (FDI) berupa persentase arus masuk investasi asing langsung terhadap GDP bersumber dari Our World in Data dan World Bank.

Konsumsi energi fosil per kapita diukur sebagai jumlah konsumsi energi yang berasal dari bahan bakar fosil (minyak bumi, batu bara, dan gas alam) dibagi dengan jumlah penduduk suatu negara pada periode tertentu. GDP per kapita diukur menggunakan total output suatu negara yang dibagi dengan jumlah penduduk, dinyatakan dalam Dolar Amerika Serikat (USD). Foreign Direct Investment diukur menggunakan arus masuk investasi asing langsung (FDI inflows) sebagai persentase terhadap Produk Domestik Bruto (GDP).

Teknik analisis data dilakukan secara bertahap. Tahap pertama adalah uji stasioneritas panel menggunakan metode Levin-Lin-Chu (LLC) dan Im-Pesaran-Shin (IPS) secara bersamaan untuk memperoleh hasil yang lebih robust mengingat heterogenitas struktur ekonomi antarnegara ASEAN. Tahap kedua adalah penentuan lag optimum menggunakan VAR Lag Order Selection Criteria, dengan mempertimbangkan Schwarz Information Criterion (SC) dan Hannan-Quinn Information Criterion (HQ) yang lebih sesuai untuk sampel dengan dimensi waktu terbatas. Tahap ketiga adalah uji kointegrasi panel Pedroni, yang dipilih karena keunggulannya dalam mengakomodasi heterogenitas antarnegara melalui statistik kelompok (between-dimension). Tahap keempat adalah estimasi model ARDL Pooled Mean Group (PMG) untuk menganalisis hubungan jangka panjang dan jangka pendek antarvariabel, dengan GDP per kapita dan Konsumsi energi fosil per kapita masing-masing diposisikan sebagai variabel dependen, sementara FDI diposisikan sebagai variabel independen mengingat sifatnya yang stasioner pada tingkat level atau I(0). Tahap terakhir adalah uji kausalitas panel Dumitrescu-Hurlin yang diintegrasikan dalam framework Toda-Yamamoto (DH-TY), dipilih karena mampu mengakomodasi heterogenitas antarunit cross-section, tetap valid untuk variabel dengan orde integrasi yang berbeda, serta mampu menguji kausalitas secara trivariate sehingga menghindari omitted variable bias yang umum terjadi pada uji kausalitas bivariate. Seluruh pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak EViews 12.

4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menganalisis hubungan kausalitas antara Konsumsi energi fosil per kapita (FOSSILC), GDP per kapita (GDPC), dan Foreign Direct Investment (FDI) di enam negara ASEAN selama periode 2005–2024, dengan total 120 observasi. Statistik deskriptif menunjukkan bahwa variabel FDI memiliki rata-rata sebesar 6,13% dengan nilai tertinggi 32,60% dan nilai terendah -0,86%; nilai minimum yang negatif mencerminkan adanya net outflow investasi pada salah satu negara ASEAN, yang diduga berkaitan dengan dampak pandemi COVID-19 terhadap arus modal global pada tahun 2020. Variabel FOSSILC memiliki rata-rata 31.039,77 dengan nilai tertinggi 175.846,9 dan nilai terendah 2.773,77, sementara GDPC memiliki rata-rata 24.900,91 dengan nilai tertinggi 119.927,8 dan nilai terendah 5.229,45. Tingginya standar deviasi pada ketiga variabel dibandingkan dengan rentang mean dan median mengindikasikan heterogenitas yang besar antarnegara ASEAN dalam hal Konsumsi energi fosil per kapita, GDP per kapita, dan arus investasi asing langsung selama periode penelitian (Tabel 1).

Tabel 1. Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

Statistik	FDI (%)	FOSSILC	GDPC
Mean	6.135	31,039.77	24,900.91
Median	3.041	10,364.51	13,717.96
Maksimum	32.597	175,846.90	119,927.80
Minimum	-0.858	2,773.77	5,229.45
Std. Dev.	7.803	47,636.20	29,089.85

Sumber: Our World in Data dan World Bank, diolah menggunakan EViews 12.

Hasil uji stasioneritas menunjukkan bahwa Konsumsi energi fosil per kapita (LNFOSSILC) dan GDP per kapita (LNGDPC) tidak stasioner pada tingkat level namun stasioner pada first difference, sehingga keduanya terintegrasi pada orde satu, I(1). Sementara itu, FDI stasioner pada tingkat level, atau I(0), sehingga terdapat kombinasi orde integrasi I(0) dan I(1) dalam model penelitian ini — kondisi yang menjadi dasar pemilihan uji kausalitas Dumitrescu-Hurlin dalam framework Toda-Yamamoto (DH-TY), karena pendekatan ini tidak mensyaratkan keseragaman orde integrasi antarvariabel. Uji kointegrasi panel Pedroni menghasilkan enam dari tujuh statistik yang signifikan pada taraf 1% (Tabel 2), dengan hanya Group rho-Statistic yang tidak signifikan — hal yang lazim terjadi karena statistik rho dikenal sebagai yang paling lemah dalam set statistik Pedroni. Dengan demikian, uji Pedroni memberikan bukti yang kuat mengenai adanya hubungan kointegrasi jangka panjang antara Konsumsi energi fosil per kapita, GDP per kapita, dan FDI di negara-negara ASEAN periode 2005–2024, sekaligus menjadi landasan penggunaan model ARDL PMG. Hasil estimasi jangka panjang ARDL PMG disajikan pada Tabel 3: Konsumsi energi fosil per kapita berpengaruh positif dan signifikan terhadap GDP per kapita (koefisien 1,011; signifikan 1%), sementara GDP per kapita juga berpengaruh positif dan signifikan terhadap Konsumsi energi fosil per kapita (koefisien 0,910; signifikan 1%) — menunjukkan hubungan jangka panjang yang hampir proporsional antara kedua variabel. FDI tidak berpengaruh signifikan terhadap GDP per kapita dalam jangka panjang (prob. 0,4361), namun berpengaruh positif dan signifikan terhadap Konsumsi energi fosil per kapita (koefisien 0,039; signifikan 1%).

Tabel 2. Hasil Uji Kointegrasi Panel 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 menggunakan EViews 12 (2026). ** signifikan 5%; *** signifikan 1%.*

Tabel 3. Estimasi ARDL Pooled Mean Group (Hubungan Jangka Panjang)

Variabel Dependen	Variabel Independen	Koefisien	Prob.
GDP per kapita (LNGDPC)	Konsumsi energi fosil per kapita	1.011	0.0000 ***
GDP per kapita (LNGDPC)	FDI	-0.018	0.4361
Konsumsi energi fosil per kapita (LNFOSSILC)	GDP per kapita	0.910	0.0000 ***
Konsumsi energi fosil per kapita (LNFOSSILC)	FDI	0.039	0.0026 ***

*Sumber: data diolah oleh peneliti menggunakan EViews 12 (2026). *** signifikan 1%.*

Hasil uji kausalitas Dumitrescu-Hurlin dalam framework Toda-Yamamoto (DH-TY) disajikan pada Tabel 4, dan menunjukkan tiga hubungan kausalitas yang signifikan, seluruhnya bersifat satu arah (unidirectional causality): dari GDP per kapita menuju FDI, dari Konsumsi energi fosil per kapita menuju FDI, dan dari GDP per kapita menuju Konsumsi energi fosil per kapita. 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.

Tabel 4. Hasil Uji Kausalitas Panel Dumitrescu-Hurlin (Toda-Yamamoto)

Hipotesis Nol	W-Stat	Zbar-Stat	Prob.	Keputusan
LNFOSSILC tidak menyebabkan LFDI	6.706	3.744	0.0002	Tolak H0
LFDI tidak menyebabkan LNFOSSILC	1.852	-0.441	0.6593	Terima H0
LNGDPC tidak menyebabkan LFDI	7.137	4.116	0.0000	Tolak H0
LFDI tidak menyebabkan LNGDPC	2.396	0.028	0.9780	Terima H0
LNGDPC tidak menyebabkan LNFOSSILC	4.894	2.181	0.0292	Tolak H0
LNFOSSILC tidak menyebabkan LNGDPC	1.025	-1.155	0.2482	Terima H0

Sumber: data diolah oleh peneliti menggunakan EViews 12 (2026).

Hasil uji DH-TY menunjukkan bahwa hipotesis nol GDP per kapita tidak menyebabkan Konsumsi energi fosil per kapita ditolak pada taraf signifikansi 5% (prob. 0,0292), sementara arah sebaliknya gagal ditolak (prob. 0,2482). Dengan demikian, terdapat kausalitas satu arah dari GDP per kapita menuju Konsumsi energi fosil per kapita di kawasan ASEAN selama 2005–2024. Temuan ini konsisten dengan kerangka EKC [8], di mana pada fase awal pembangunan ekonomi kawasan ASEAN, peningkatan GDP per kapita mendorong ekspansi sektor industri yang intensif energi sehingga konsumsi energi fosil turut meningkat, sebelum mencapai turning point yang mendorong penurunan konsumsi energi fosil [8]. Pola kausalitas searah dari GDP menuju konsumsi energi ini juga dikonfirmasi oleh studi terdahulu pada kawasan ASEAN [35], [36], [37], sehingga hipotesis pertama (H1) diterima, dengan arah kausalitas dari GDP per kapita menuju Konsumsi energi fosil per kapita.

Hasil uji DH-TY menunjukkan bahwa hipotesis nol Konsumsi energi fosil per kapita tidak menyebabkan FDI ditolak pada taraf signifikansi 1% (prob. 0,0002), sementara arah sebaliknya tidak signifikan (prob. 0,6593), sehingga terdapat kausalitas satu arah dari Konsumsi energi fosil per kapita menuju FDI. Temuan ini mendukung Pollution Haven Hypothesis [38], [26], yang menyatakan bahwa perusahaan multinasional cenderung merelokasi aktivitas produksi yang padat energi dan padat emisi ke negara dengan regulasi lingkungan yang lebih longgar dan biaya energi yang lebih rendah. Pola kausalitas searah dari konsumsi energi menuju FDI ini sejalan dengan sejumlah studi empiris terdahulu yang juga menggunakan uji kausalitas Dumitrescu-Hurlin [39], [40], sehingga hipotesis kedua (H2) diterima, dengan arah kausalitas dari Konsumsi energi fosil per kapita menuju FDI.

Hasil uji DH-TY juga menunjukkan bahwa hipotesis nol GDP per kapita tidak menyebabkan FDI ditolak pada taraf signifikansi 1% (prob. 0,0000) — hubungan kausalitas terkuat di antara seluruh pasangan variabel penelitian ini — sementara arah sebaliknya sangat jauh dari signifikan (prob. 0,9780). Dengan demikian, terdapat kausalitas satu arah dari GDP per kapita menuju FDI di kawasan ASEAN. Temuan ini mencerminkan bahwa GDP per kapita yang tinggi menunjukkan potensi pasar domestik yang besar dan daya beli yang meningkat, sehingga menjadi daya tarik utama bagi investor asing. Hasil ini diperkuat oleh temuan kausalitas satu arah dari GDP menuju FDI pada konteks lain [41], [22], [42], [43], sehingga hipotesis ketiga (H3) diterima, dengan arah kausalitas dari GDP per kapita menuju FDI.

5.Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan mengenai analisis kausalitas antara Konsumsi energi fosil per kapita, GDP per kapita, dan Foreign Direct Investment di negara-negara ASEAN, dapat disimpulkan bahwa: (1) terdapat kausalitas satu arah dari Konsumsi energi fosil per kapita menuju FDI di negara-negara ASEAN periode 2005–2024, sementara arus FDI tidak terbukti memengaruhi Konsumsi energi fosil per kapita secara signifikan; (2) terdapat kausalitas satu arah dari GDP per kapita menuju FDI, sementara FDI tidak terbukti memengaruhi GDP per kapita secara signifikan; dan (3) terdapat kausalitas satu arah dari GDP per kapita menuju Konsumsi energi fosil per kapita, sementara Konsumsi energi fosil per kapita tidak terbukti memengaruhi GDP per kapita secara signifikan. Ketiga hubungan kausalitas tersebut seluruhnya bersifat satu arah (unidirectional), dengan FDI berperan sebagai pure recipient dalam sistem hubungan kausalitas di kawasan ASEAN.

Temuan ini memiliki sejumlah implikasi kebijakan. Pertama, kausalitas satu arah dari Konsumsi energi fosil per kapita menuju FDI mendukung Pollution Haven Hypothesis, sehingga pemerintah negara-negara ASEAN perlu mempertimbangkan kebijakan transisi energi secara hati-hati mengingat ketergantungan pada energi fosil saat ini turut berkontribusi terhadap arus masuk FDI ke kawasan. Kedua, kausalitas satu arah dari GDP per kapita menuju FDI mengindikasikan bahwa penguatan fundamental ekonomi domestik lebih efektif dalam menarik investasi asing dibandingkan insentif fiskal semata, sehingga kebijakan sebaiknya memprioritaskan penguatan ekonomi domestik ketimbang menjadikan penarikan FDI sebagai tujuan akhir. Ketiga, kausalitas satu arah dari GDP per kapita menuju Konsumsi energi fosil per kapita, yang konsisten dengan prediksi EKC, menunjukkan bahwa kebijakan efisiensi energi dan transisi menuju energi terbarukan di kawasan ASEAN dapat diterapkan tanpa mengorbankan stabilitas GDP per kapita, karena arah kausalitas berjalan dari GDP per kapita menuju konsumsi energi, bukan sebaliknya.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada cakupan enam negara ASEAN dan periode 2005–2024, sehingga penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan negara, mempertimbangkan kemungkinan structural breaks akibat krisis keuangan global dan pandemi COVID-19, menambahkan variabel kontrol lain seperti emisi CO2 dan keterbukaan perdagangan, serta melakukan analisis heterogenitas kausalitas pada tingkat masing-masing negara untuk memperoleh wawasan kebijakan yang lebih spesifik dan kontekstual.

DAFTAR PUSTAKA

[1] C. F. Schleussner, G. Ganti, J. Rogelj, and M. J. Gidden, “An emission pathway classification reflecting the Paris Agreement climate objectives,” *Communications Earth and Environment*, vol. 3, no. 1, 2022, doi: 10.1038/s43247-022-00467-w.

[2] S. Singh, B. R. Kiran, and S. V. Mohan, “Carbon farming: a circular framework to augment CO2 sinks and to combat climate change,” *Environmental Science: Advances*, vol. 3, no. 4, pp. 522–542, 2024, doi: 10.1039/d3va00296a.

[3] M. El-Shafie and S. Kambara, “Recent Advances in Ammonia Synthesis Technologies: Toward Future Zero Carbon Emissions,” 2022.

[4] W. Li, X. Yu, N. Hu, F. Huang, J. Wang, and Q. Peng, “Study on the relationship between fossil energy consumption and carbon emission in Sichuan Province,” *Energy Reports*, vol. 8, pp. 53–62, 2022, doi: 10.1016/j.egyr.2022.01.112.

[5] B. Li and N. Haneklaus, “The role of clean energy, fossil fuel consumption and trade openness for carbon neutrality in China,” *Energy Reports*, vol. 8, pp. 1090–1098, 2022, doi: 10.1016/j.egyr.2022.02.092.

[6] I. M. Tijjani Usman, Y. C. Ho, L. Baloo, M. K. Lam, and W. Sujarwo, “A comprehensive review on the advances of bioproducts from biomass towards meeting net zero carbon emissions (NZCE),” *Bioresource Technology*, vol. 366, 2022, doi:

10.1016/j.biortech.2022.128167.
[7] F. R. Santana and N. S. B. Maria, "Determinan Emisi CO2 pada Negara Anggota ASEAN Tahun 2015–2022," *Diponegoro Journal of Economics*, vol. 13, no. 2, pp. 53–68, 2024, doi: 10.14710/djoe.44589.
[8] G. M. Grossman and A. B. Krueger, "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement," NBER Working Paper No. 3914, National Bureau of Economic Research, 1991.
[9] D. Darwanto, N. Woyanti, S. P. Budi, H. Sasana, and I. Ghozali, "The Damaging Growth: An Empiric Evidence of Environmental Kuznets Curve in Indonesia," *International Journal of Energy Economics and Policy*, vol. 9, no. 5, pp. 339–345, 2019, doi: 10.32479/ijeep.7816.
[10] A. Rahmawati and M. H. Robertus, "Pengaruh Konsumsi Listrik, Pertumbuhan Ekonomi, Industrialisasi, dan Keterbukaan Perdagangan terhadap Emisi CO2 di Indonesia tahun 1983-2019," *Diponegoro Journal of Economics*, vol. 12, no. 3, pp. 13–21, 2023, doi: 10.14710/djoe.39536.
[11] D. Septyani and S. Hartati, "Konsumsi Energi Fosil Terhadap Pertumbuhan Ekonomi (Fossil Energy Consumption on Economic Growth)," *Journal of Economic, Business and Accounting*, 2024.
[12] J. Wang and W. Azam, "Natural resource scarcity, fossil fuel energy consumption, and total greenhouse gas emissions in top emitting countries," *Geoscience Frontiers*, vol. 15, no. 2, 2024, doi: 10.1016/j.gsf.2023.101757.
[13] S. Nupehewa, S. Liyanage, D. Polkotuwa, M. Thiyagarajah, R. Jayathilaka, and A. Lokeshwara, "More than just investment: Causality analysis between foreign direct investment and economic growth," *PLoS ONE*, vol. 17, no. 11, 2022, doi: 10.1371/journal.pone.0276621.
[14] T. Reneri Arista and S. Amar, "Analisis Kausalitas Emisi CO2, Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi, dan Modal Manusia di ASEAN," 2019.
[15] R. M. Indriawati, S. Theola, and I. Kbarek, "Investasi Asing Langsung sebagai Katalis Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia: Studi Komprehensif," 2025.
[16] P. Y. Fiannurizki, "Hubungan antara Pendapatan, Konsumsi Energi, FDI, Perdagangan, Pariwisata, dan Lingkungan: Analisis Data 5 Negara ASEAN," *Jurnal Dinamika Ekonomi Pembangunan*, vol. 7, no. 1, pp. 25–34, 2024, doi: 10.33005/jdep.v7i1.480.
[17] A. Whilla Saputra and M. Indira Hasmarini, "Apakah Foreign Direct Investment dan Pertumbuhan Ekonomi Menyebabkan Emisi Karbon di Indonesia?," *Issues*, vol. 8, 2025.
[18] C. Y. Lee, "Foreign Direct Investment in ASEAN and its Policy Challenges," S. Rajaratnam School of International Studies Report, 2019.
[19] S. Sukirno, *Teori Ekonomi Makro*. 1994.
[20] M. Nur Mozahid, S. Akter, and M. Hafiz Iqbal, "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*, vol. 29, no. 43, pp. 65684–65698, 2022, doi: 10.1007/s11356-022-20362-3.
[21] B. H. P. Mwakabungu and J. Kauangal, "An empirical analysis of the relationship between FDI and economic growth in Tanzania," *Cogent Economics and Finance*, vol. 11, no. 1, 2023, doi: 10.1080/23322039.2023.2204606.
[22] H. T. Pao and C. M. Tsai, "Multivariate Granger causality between CO2 emissions, energy consumption, FDI (foreign direct investment) and GDP (gross domestic product): Evidence from a panel of BRIC countries," *Energy*, vol. 36, no. 1, pp. 685–693, 2011, doi: 10.1016/j.energy.2010.09.041.
[23] G. Giartikasari and S. Indah Nikensari, "Causal Relationship Between Renewable Energy Consumption, Economic Welfare, and Foreign Direct Investment in 6 ASEAN Countries,"

Jurnal Pendidikan Ekonomi, Perkantoran dan Akuntansi, 2022, doi: 10.21009/JPEPA.007.x.x.

[24] M. Korra Herdyanti, "Analisis Kausalitas Konsumsi Energi terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia," *Jurnal Petro*, 2021.

[25] A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, "Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020–2050," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154–162, 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.

[26] M. F. Bashir, "Discovering the evolution of Pollution Haven Hypothesis: A literature review and future research agenda," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 29, no. 32, pp. 48210–48232, 2022, doi: 10.1007/s11356-022-20782-1.

[27] M. Z. Mazwan and A. Tain, "Analisis Environmental Kuznets Curve (Menyeimbangkan Industri Hijau dan Degradasi Lingkungan di Indonesia)," *Jurnal Ilmiah Membangun Desa dan Pertanian*, vol. 9, no. 6, pp. 561–572, 2024, doi: 10.37149/jimdp.v9i6.1627.

[28] N. F. N. Insani and M. H. Robertus, "Analisis Environmental Kuznets Curve pada PDRB Sektoral terhadap Emisi Gas Rumah Kaca di Provinsi Jawa Timur Tahun 1990-2022," *Diponegoro Journal of Economics*, vol. 13, no. 3, pp. 9–21, 2024, doi: 10.14710/djoe.45139.

[29] R. Juliani, D. Rahmayani, N. T. Akmala, and L. F. Janah, "Analisis Kausalitas Pariwisata, Konsumsi Energi Fosil, Pertumbuhan Ekonomi dan Emisi CO2 di Indonesia," *JDEP*, vol. 4, no. 2, 2021.

[30] S. C. Agu, F. U. Onu, U. K. Ezemagu, and D. Oden, "Predicting gross domestic product to macroeconomic indicators," *Intelligent Systems with Applications*, vol. 14, p. 82, 2022, doi: 10.1016/j.iswa.2022.20.

[31] O. Gershon, J. K. Asafo, A. Nyarko-Asomani, and E. F. Koranteng, "Investigating the nexus of energy consumption, economic growth and carbon emissions in selected African countries," *Energy Strategy Reviews*, vol. 51, 2024, doi: 10.1016/j.esr.2023.101269.

[32] R. Shinwari, Y. Wang, G. Gozgor, and M. Mousavi, "Does FDI affect energy consumption in the belt and road initiative economies? The role of green technologies," *Energy Economics*, vol. 132, 2024, doi: 10.1016/j.eneco.2024.107409.

[33] B. Triatmanto, S. Bawono, and N. Wahyuni, "The contribution and influence of total external debt, FDI, and HCI on economic growth in Indonesia, Thailand, Vietnam, and Philippines," *Research in Globalization*, vol. 7, 2023, doi: 10.1016/j.resglo.2023.100163.

[34] P. H. Leal and A. C. Marques, "The evolution of the environmental Kuznets curve hypothesis assessment: A literature review under a critical analysis perspective," *Heliyon*, vol. 8, no. 11, 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e11521.

[35] Q. Munir and R. Smyth, "CO2 emissions, energy consumption and economic growth in the ASEAN-5 countries: A cross-sectional dependence approach," 2020.

[36] E. Yildirim, A. Aslan, and I. Ozturk, "Energy consumption and GDP in ASEAN countries: Bootstrap-corrected panel and time series causality tests," *Singapore Economic Review*, vol. 59, no. 2, 2014, doi: 10.1142/S0217590814500106.

[37] J. Chontanawat, "Relationship between energy consumption, CO2 emissions and economic growth in ASEAN: Cointegration and causality analysis," *Energy Reports*, vol. 6, pp. 660–665, 2020, doi: 10.1016/j.egyr.2020.11.203.

[38] B. R. Copeland and M. S. Taylor, "North-South trade and the environment," *Quarterly Journal of Economics*, vol. 109, no. 3, pp. 755–787, 1994, doi: 10.2307/2118421.

[39] T. S. Adebayo, A. A. Awosusi, I. Adeshola, and M. Altuntaş, "Nexus between financial development, FDI, globalization, energy consumption and environment: Evidence from BRI countries," *Frontiers in Energy Research*, vol. 9, p. 707590, 2021, doi: 10.3389/fenrg.2021.707590.

[40] W. Lu, M. A. Afridi, J. Sana, A. Ihsan, and M. W. Bhatt, "Energy consumption and foreign direct investment in Belt and Road Initiative countries: Causal analysis using Dumitrescu-

Hurlin panel causality," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 28, no. 35, pp. 48715–48727, 2021, doi: 10.1007/s11356-021-13946-8.

[41] A. Amalia Noor and F. Amalia, "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, 2024.

[42] F. Ahmad, M. U. Draz, and S. C. Yang, "Causality nexus of exports, FDI and economic growth of the ASEAN5 economies: Evidence from panel data analysis," *Journal of International Trade and Economic Development*, vol. 27, no. 6, pp. 685–700, 2018, doi: 10.1080/09638199.2018.1426035.

[43] A. Moudatsou and D. Kyrkilis, "FDI and economic growth: Causality for the EU and ASEAN," *Journal of Economic Integration*, vol. 26, no. 3, pp. 554–577, 2011, doi: 10.11130/jei.2011.26.3.554.