

**Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, *Foreign Direct Investment* (FDI) dan Luas
Kawasan Hutan terhadap Emisi Gas Rumah Kaca CO₂ di 5 Negara ASEAN
Tahun 1990 - 2020**

Acc JH 15/6/2027
smp drj ken



Oleh:

Nama : Marcelino Putra Subekti

NIM : 20313317

Program Studi : Ekonomi Pembangunan

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS BISNIS DAN EKONOMIKA**

2024

Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, *Foreign Direct Investment* (FDI) dan Luas Kawasan Hutan terhadap Emisi Gas Rumah Kaca CO₂ di 5 Negara ASEAN Tahun 1990 - 2020

SKRIPSI

Disusun dan diajukan untuk memenuhi syarat ujian akhir guna memperoleh gelar Sarjana (S1) Program Studi Ekonomi Pembangunan, Fakultas Bisnis dan Ekonomika Universitas Islam Indonesia

Oleh :

Nama : Marcelino Putra Subekti

NIM : 20313317

Program Studi : Ekonomi Pembangunan

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS BISNIS DAN EKONOMIKA
2024

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi ini ditulis dengan sungguh-sungguh dan tidak ada bagian yang dapat dikategorikan dalam tindakan plagiasi seperti dimaksud dalam buku pedoman penulisan skripsi program studi Ekonomi Pembangunan Fakultas Bisnis dan Ekonomika Universitas Islam Indonesia. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 16 Agustus 2024

Penulis,



Marcelino Putra Subekti

HALAMAN PENGESAHAN

PENGESAHAN

Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, *Foreign Direct Investment* (FDI) dan Luas Kawasan Hutan terhadap Emisi Gas Rumah Kaca CO₂ di 5 Negara ASEAN Tahun 1990 - 2020

Nama : Marcelino Putra Subekti
Nomor Mahasiswa : 20313317
Program Studi : Ekonomi Pembangunan

Yogyakarta, 15 Agustus 2024
telah disetujui dan disahkan oleh
Dosen Pembimbing,



Prastowo, S.E., M.Ec.Dev.

BERITA ACARA SKRIPSI



FAKULTAS
BISNIS DAN EKONOMIKA

Gedung Prof. Dr. Ago Partadiredja
Universitas Islam Indonesia
Candong Catur Depok Yogyakarta 55283
T. (0274) 881546, 885376
F. (0274) 882589
E. fbe@uii.ac.id
W. fbe.uii.ac.id

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Bismillahirrahmanirrahim,

Pada Semester Ganjil 2024/2025, hari Kamis, tanggal 12 September 2024, Program Studi Ekonomi Pembangunan Fakultas Bisnis dan Ekonomika UII telah menyelenggarakan Ujian Tugas Akhir/Skripsi yang disusun oleh:

Nama : MARCELINO PUTRA SUBEKTI
NIM : 20313317
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Tingkat Pertumbuhan Ekonomi, Foreign Direct Investment (FDI) dan Luas Kawasan Hutan Terhadap Emisi Gas Rumah Kaca CO2 Di 5 Negara ASEAN
Dosen Pembimbing : Prastowo, SE., M.Ec.Dev.

Berdasarkan hasil evaluasi Tim Dosen Penguji Tugas Akhir, maka Tugas Akhir (Skripsi) tersebut dinyatakan:

Lulus

Nilai : A

Referensi : Layak ditampilkan di Perpustakaan

Tim Penguji:

Ketua Tim : Prastowo, SE., M.Ec.Dev.

Anggota Tim : Prof. Agus Widarjono, SE., MA., Ph.D

.....

.....



Yogyakarta, 12 September 2024

Ketua Program Studi Ekonomi Pembangunan,

Abdul Hakim, SE, M.Ec., Ph.D.
NIK. 963130101

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI

SKRIPSI BERJUDUL

Pengaruh Tingkat Pertumbuhan Ekonomi, Foreign Direct Investment (FDI) dan Luas Kawasan Hutan Terhadap Emisi Gas Rumah Kaca CO₂ Di 5 Negara ASEAN

Disusun oleh : MARCELINO PUTRA SUBEKTI

Nomor Mahasiswa : 20313317

Telah dipertahankan didepan Tim Penguji dan dinyatakan Lulus
pada hari, tanggal: Kamis, 12 September 2024

Penguji/Pembimbing Skripsi : Prastowo, SE.,M.Ec.Dev.

Penguji : Prof. Agus Widarjono, SE., MA.,Ph.D



HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'aalamin, puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan nikmat yang begitu luas biasa, yang selalu memberi kekuatan, serta tentunya selalu memberi ilmu pengetahuan yang sangat berharga selama ini sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan lancar dan baik. Serta tidak lupa Shalawat serta salam selalu kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW.

Perjuangan selama ini penulis mempersembahkan untuk orang – orang pendukung yang hebat sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini yaitu:

1. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak (alm) Joko Subekti dan Ibu Tusmiyati terutama teruntuk mama yang selalu mendukung memberi semangat dalam segi apapun, selalu memberikan suasana yang positif dan teruntuk almarhum papa penulis persembahkan untuk beliau yang sudah tenang disana karena tanpa rakitan mesin tempur beliau penulis tidak akan bisa sampai sejauh ini.
2. Kakak Apriliyati Eka Subekti yang sudah menjadi pedoman dan panutan dalam segi apapun dan juga selalu memberi donatur uang jajan dan lain - lain
3. Teman – teman terdekat yang selalu menjadi pendukung penulis dari awal sampai ke titik ini dan bagi penulis kalian lebih dari pada teman melainkan sudah menjadi saudara sendiri.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakaatuh,

Alhamdulillah rabbil'alamiin

Puji Syukur selalu dipanjatkan terhadap Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat serta karunia – Nya dan juga tidak lupa sholawat serta salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi dengan judul **“Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, *Foreign Direct Investment* (FDI) dan Luas Kawasan Hutan Terhadap Emisi Gas Rumah Kaca CO₂ Di 5 Negara ASEAN Tahun 1990 – 2020 “** dengan baik dan lancar. Skripsi ini disusun untuk sebagai pra-syarat memperoleh gelar Sarjana (S1) Program Studi Ekonomi Pembangunan Fakultas Bisnis dan Ekonomika Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih perlu disempurnakan. Segala kritik dan saran yang membangun akan penulis terima dengan tangan terbuka. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan.:

1. Allah SWT Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang sudah memberikan jalan kemudahan, ilmu yang bermanfaat serta nikmat – Nya yang sangat melimpah melalui berbagai jalan.
2. Kedua orang tua, Bapak (alm) Joko Subekti dan ibu Tusmiyati terutama ibu yang selalu memberikan dukungan dalam segi apapun yang begitu besar terhadap penulis
3. Kakak Apriliyati Eka Subekti yang menjadi panutan segi apapun dan pendukung untuk mencapai gelar sarjana (S1).
4. Bapak Prastowo, S.E.,M.Ec.Dev. yang sudah menjadi Dosen Pembimbing skripsi yang banyak sekali membantu penulis dalam penyusunan skripsi hingga akhir ini.
5. Safira Nuranisa yang selalu membantu, menemani, mendukung, memberi semangat dalam penyusunan skripsi ini

6. Teman-teman terdekat yang selalu menemani sejak awal perkuliahan hingga saat ini yaitu Bintang Rahmat, Iqbal Maulana, Ananda Hilmi, Alif Rajab, Gulam Awwal, Auzan Anugerah, Achmad Hilal, Virgansa Mahesa, Muhammad Taqy, Iqbal Ghifari, Vina Levina, Adrina Dilla, Tsaqifu Mutashim, Fiqsar Salim, Imron Ismail.

Pada akhirnya, segala upaya dan hasil penelitian ini hanyalah bagian dari kehendak Allah SWT. Semoga isi dan pembahasan dalam penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan memberikan manfaat bagi masyarakat luas.

Akhirul Kalam

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakaatub.

Yogyakarta, 12 Agustus 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Marcelino Putra Subekti', with a long horizontal stroke extending to the left.

Marcelino Putra Subekti

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa hubungan akan jangka pendek dan jangka panjang pada pertumbuhan ekonomi, *foreign direct investment* (FDI) dan luas kawasan hutan terhadap emisi gas rumah kaca karbon dioksida (CO₂) pada 5 negara ASEAN yaitu Indonesia, Malaysia, Philippines, Thailand dan Vietnam dari tahun 1990 sampai dengan 2020. Metode yang dipilih dalam penelitian ini adalah dengan Panel *Vector Error Correction Model* (PVECM) agar mampu melihat hasil hubungan jangka pendek dan juga hubungan jangka panjang. Hasil yang didapatkan dari uji PVECM adalah terdapat hubungan jangka pendek dan hubungan jangka panjang pada variabel pertumbuhan ekonomi, *foreign direct investment* (FDI) dan luas kawasan hutan terhadap emisi gas rumah kaca karbon dioksida (CO₂). Penelitian yang sudah dilakukan sejalan dengan teori *Environmental Kuznet Curve* (EKC)

Keywords: Pertumbuhan ekonomi, *Foreign Direct Investment* (FDI), Luas Kawasan Hutan, Emisi CO₂, *Environmental Kuznet Curve* (EKC).

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARIME	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
BERITA ACARA SKRIPSI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	10
2.1 Kajian Pustaka	10
2.2 Landasan Teori.....	13
2.3 Kerangka Pemikiran	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Jenis dan Pengumpulan data.....	16
3.2 Definisi Variabel.....	16
3.3 Metode Analisis Data	17
3.3.1 Unit Root Test (Uji Stasioneritas)	18
3.3.2 Uji Kointegrasi (<i>Cointegrasi test</i>).....	19
3.3.3 <i>Granger Causality Test</i> pada Vector Error Correction Model (VECM).....	21
3.3.4 Model Empiris Panel VECM.....	22
BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....	24
4.1 Deskripsi Data Penelitian.....	24

4.2	Analisis Deskriptif.....	24
4.3	Pengujian Model Regresi.....	25
4.3.1	Uji Stasioneritas Data	25
4.3.2	Uji Kointegrasi	27
4.3.3	Granger Causality Test pada Panel PVECM	28
4.3.4	Model Empiris Panel PVECM.....	30
4.4	Pembahasan	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		35
5.1	Kesimpulan	35
5.2	Implikasi	35
5.3	Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA		37
LAMPIRAN.....		40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 emisi CO2 1990 - 2020 (Million Tons)	2
Gambar 1. 2 Emisi CO2 1990 - 2020 (Million Tons)	2
Gambar 1. 3 Gross Domestic Product (GDP) per capita 5 Negara ASEAN Tahun 1990 – 2020 (Dollar)	4
Gambar 1. 4 Foreign Direct Investment (FDI) Tahun 1990 – 2020 (persen)	5
Gambar 1. 5 Luas Kawasan Hutan 5 Negara ASEAN Tahun 1990 – 2020 (persen). 6	
 Gambar 2. 1 Hipotesis EKC	14

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Uji Statistik Deskriptif	24
Tabel 4. 2 Hasil Uji Unit Root Test.....	26
Tabel 4. 3 Hasil Uji Kao Test.....	28
Tabel 4. 4 Hasil Granger Causality test.....	29
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Jangka Pendek.....	30
Tabel 4. 6 Hasil Wald Test.....	33

BAB I

PENDAHULUAN

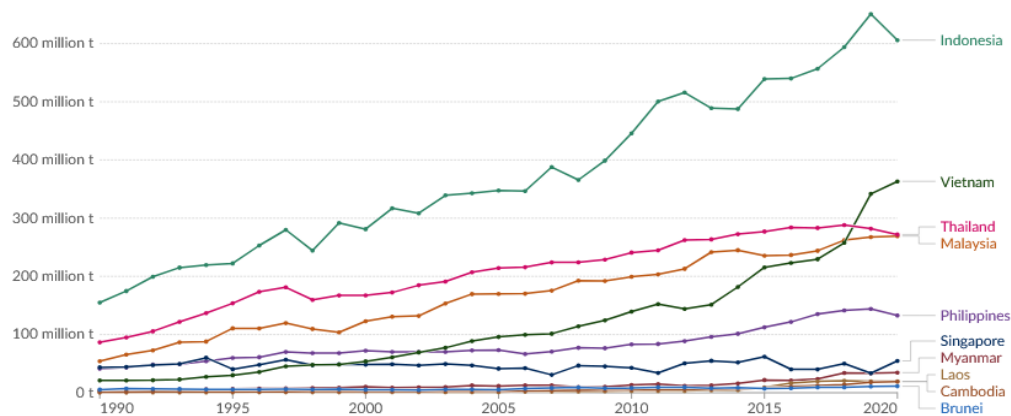
1.1 Latar Belakang

Peningkatan aktivitas ekonomi yang abai terhadap lingkungan telah menyebabkan kerusakan lingkungan yang semakin parah. Hal ini tidak hanya menurunkan kualitas lingkungan hidup, namun juga memperburuk masalah global seperti perubahan iklim dan pemanasan global. Penanganan terhadap degradasi lingkungan menjadi perhatian seluruh negara terutama di negara ASEAN (*Association of Southeast Asian Nation*) antara lain Brunei, Myanmar, Singapura, Thailand, Filipina, Laos, Vietnam, Kamboja, Indonesia, dan Malaysia (Santi & Sasana, 2021).

Pemanasan global (*global warming*) merupakan salah satu penurunan kualitas lingkungan. Pergeseran musim dan cuaca yang ekstrim di belahan dunia merupakan dampak dari pemanasan global dan hal ini diakibatkan oleh terjadi peningkatan Gas Rumah Kaca (GRK), meliputi “gas karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), nitro oksida (N₂O), dan tiga kategori gas-gas yang mengandung fluor (HFCs, PFCs dan SF₆) (Widyawati et al., 2021)

Peningkatan pada emisi gas rumah kaca terutama CO₂ di Asia umumnya diakibatkan oleh kegiatan ekonomi yang bersifat tidak ramah lingkungan (Mahendra Y et al., 2022). Jumlah penduduk yang semakin meningkat maka akan menyebabkan peningkatan permintaan barang dan jasa. Menyebabkan sumber daya alam semakin menipis dan pencemaran lingkungan mengalami peningkatan dan hal ini yang menyebabkan gas rumah kaca menipis. Faktor kedua adalah pertumbuhan ekonomi yang meningkat dengan mengukur pertumbuhan suatu negara dalam menghasilkan barang dan jasa.

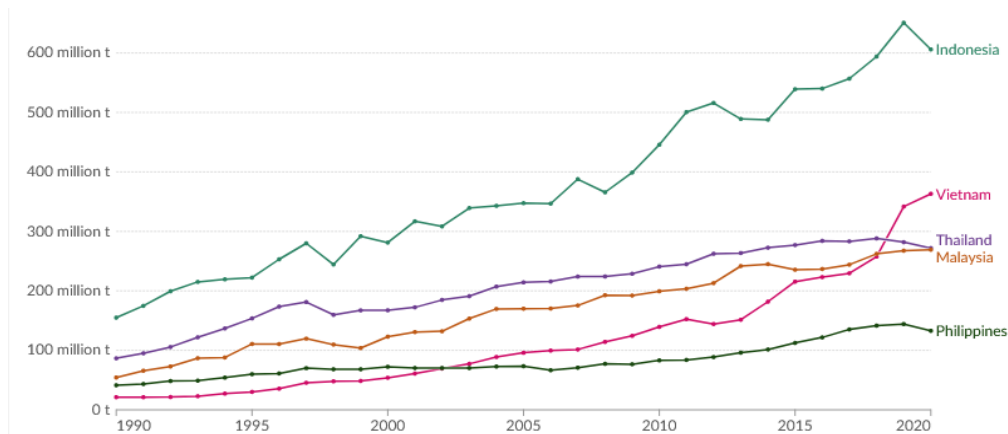
Grafik dibawah ini merupakan gambaran dari emisi CO₂ di seluruh negara ASEAN dimana setiap tahunnya mengalami kenaikan yang fluktuatif dan akan terus bertambah setiap tahunnya.



Sumber : Our World in Data “CO2 Emissions”

Gambar 1. 1 emisi CO2 1990 - 2020 (Million Tons)

Grafik dibawah merupakan 5 negara teratas di negara ASEAN dengan penyumbang emisi CO2 terbesar yaitu negara Indonesia, Malaysia, Thailand, Phillippinnes, Vietnam. Petumbuhan emisi gas rumah kaca CO2 ini mengalami fluktuatif. Hal ini menggambarkan bahwa 5 negara ASEAN ini mengalami penurunan kualitas lingkungan (Widyawati F et al., 2021).



Sumber : Our World In Data “CO2 Emission”

Gambar 1. 2 Emisi CO2 1990 - 2020 (Million Tons)

Emisi CO2 pada 5 negara ASEAN (Indonesia, Malaysia, Phillippinnes, Thailand, Vietnam) antara tahun 1990 dan 2018 terjadi fluktuasi. 5 negara ASEAN menghasilkan emisi CO2 yang terus meningkat dari tahun ke tahun, sehingga mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan.

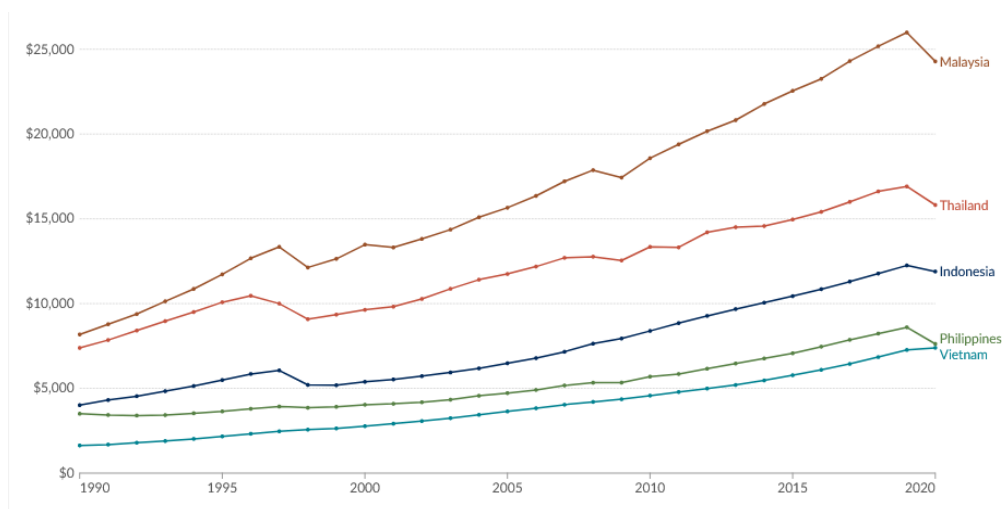
Negara ASEAN seperti Indonesia, Malaysia, Thailand, Vietnam merupakan penyumbang emisi CO₂ yang begitu besar yang dimana hal ini sejalan dengan peningkatan industrialisasi dan peningkatan yang cukup signifikan dengan dibuktikan dimana negara – negara tersebut mengalami peningkatan pertumbuhan ekonomi dari sektor pertanian ke sektor industri berbasis energi (Adrian, 2024). Berdasarkan Our World In Data, Emisi CO₂ di Indonesia dan Vietnam cenderung meningkat secara signifikan setiap tahun. Menurut Our World in Data, Indonesia adalah negara ASEAN terbesar yang mengeluarkan gas CO₂. Vietnam juga berada di urutan teratas, dengan emisi CO₂ sebesar 21.30 juta ton pada tahun 1990 dan mencapai 363.34 juta ton pada tahun 2020.

Tingkat emisi CO₂ Malaysia meningkat dengan cepat, mencapai 269,25 juta tons pada tahun 2020 dari 54.27 juta tons pada tahun 1990, menunjukkan bahwa pembangunan negara tersebut berkontribusi pada peningkatan emisi CO₂ global. Tingkat emisi CO₂ di negara Thailand menunjukkan bahwa lebih rendah, akan tetapi setiap tahunnya mengalami peningkatan setiap tahunnya. Dalam data Our World in Data. Tingkat emisi CO₂ di negara Phillippinnes lebih rendah, akan tetapi tetap pada tahun 2005 hingga tahun 2009 mengalami peningkatan. Di negara – negara ASEAN tingkat emisi CO₂ masih terbilang tinggi yang dimana faktor – faktor pendorong emisi masih dijalankan. Bertambahnya populasi manusia menjadi salah satu penyebab terjadinya peningkatan emisi CO₂ karena menyebabkan penurunan kualitas lingkungan sekitar (Zulaicha et al., 2020).

Peningkatan populasi di negara-negara ASEAN telah memicu pertumbuhan ekonomi yang pesat. Namun, hal ini juga mengakibatkan peningkatan permintaan akan sumber daya alam yang terbatas, sehingga menimbulkan tekanan ekologis yang serius. Konflik antara pertumbuhan ekonomi dan pelestarian lingkungan menjadi tantangan utama bagi negara-negara di kawasan ASEAN (Santi & Sasana, 2021)

Environmental Kuznet Curve (EKC) merupakan hipotesis dari keterkaitan pertumbuhan ekonomi dan polusi lingkungan. Grossman & Krueger 1991 merupakan peneliti pertama yang menganalisis antara hubungan

pertumbuhan ekonomi dengan emisi CO2 menggunakan konsep dan hipotesis EKC (Darwanto et al., 2019). Sesuai dengan teori Environmental Kuznets Curve (EKC), Grossman dan Krueger menemukan hubungan positif antara pertumbuhan ekonomi dan tingkat polusi. Artinya, pada tahap awal pertumbuhan, negara-negara cenderung meningkatkan emisi polutan sebagai konsekuensi dari industrialisasi dan aktivitas ekonomi lainnya.

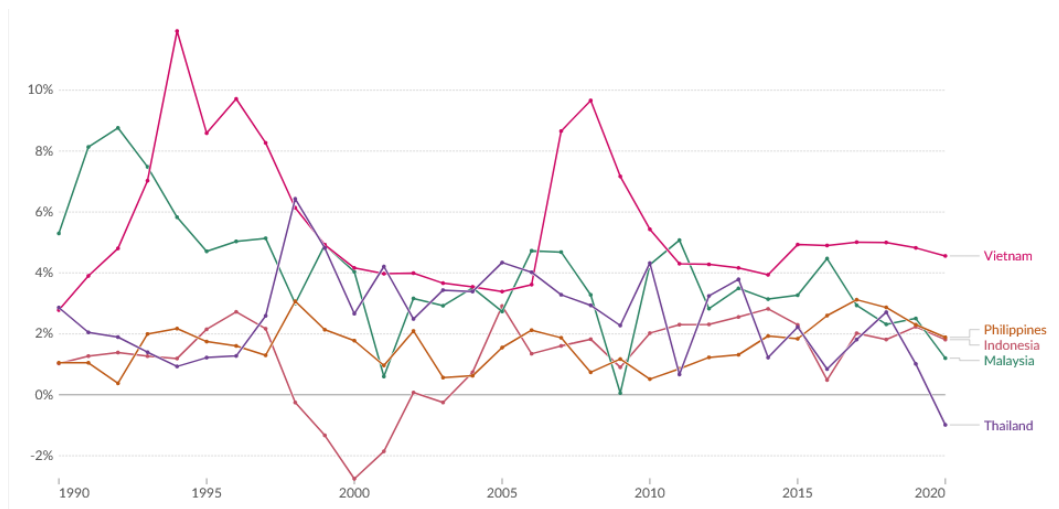


Sumber : Our World in Data (GDP Per Capita)

Gambar 1. 3 Gross Domestic Product (GDP) per capita 5 Negara ASEAN Tahun 1990 – 2020 (Dollar)

Pada gambar 1.3 menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi dari tahun 1990 sampai dengan 2020 mengalami kenaikan setiap tahunnya terutama pada negara Malaysia dan Thailand melebihi negara Indonesia, Phillipphines dan Vietnam. Pada tahun 2019 Malaysia merupakan peringkat pertama dalam 5 negara ASEAN tersebut dalam pertumbuhan ekonomi dengan total \$ 25,986, negara Thailand dengan pertumbuhan ekonomi \$ 16,905, Indonesia \$ 12,250, Phillippinnes \$ 8,602 dan Vietnam \$ 7,266. Pada tahun 2008 sampai dengan tahun 2012 5 negara ASEAN ini mengalami pertumbuhan ekonomi fluktiatif dan pada tahun 2013 sampai 2019 mengalami kenaikan tetapi pada tahun 2020 pertumbuhan ekonomi mengalami penurunan yang disebabkan oleh covid – 19.

Suatu negara dapat bersaing, tumbuh dan berkembang untuk bersaing dengan negara lain didorong dengan adanya kegiatan ekonomi yang dapat meningkatkan produktivitas negara tersebut dan salah satu kegiatan ekonomi yang dapat mendorong produktivitas tersebut adalah investasi. Akan tetapi dengan adanya aktivitas ekonomi seperti itu maka akan menimbulkan dan meningkatkan emisi gas karbon CO₂ (Kostakis et al., 2017)



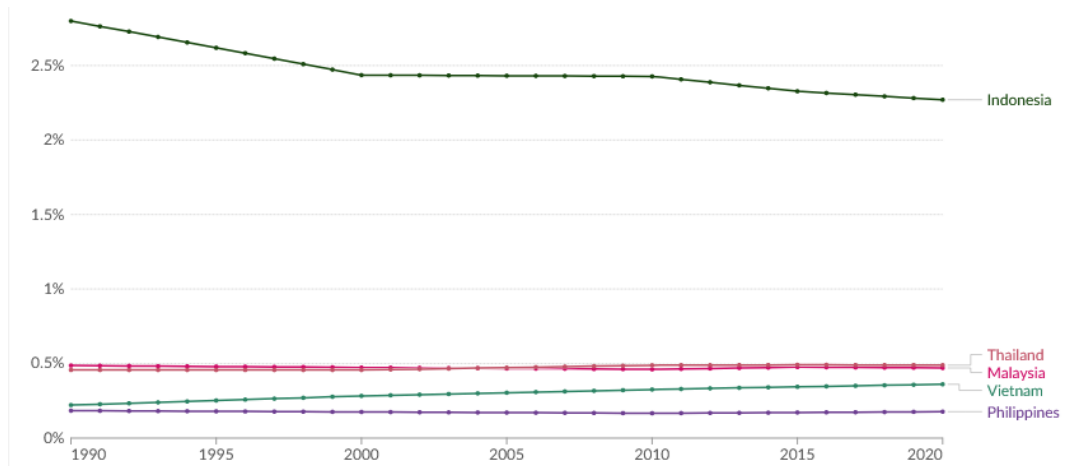
Sumber : Our World In Data (Foreign Direct Investment)

Gambar 1. 4 Foreign Direct Investment (FDI) Tahun 1990 – 2020 (persen)

Grafik pada gambar 1.4 menunjukkan foreign direct investment (FDI) di negara ASEAN yaitu Indonesia, Malaysia, Filipina, Thailand, Vietnam pada tahun 1990 sampai dengan 2020 bahwa perkembangan investasi asing mengalami fluktuatif yang dimana emisi CO₂ tidak hanya diakibatkan oleh pertumbuhan ekonomi saja akan tetapi juga diakibatkan oleh pertumbuhan industrialisasi yang tinggi yang menyebabkan emisi CO₂ meningkat pula. Dengan pertumbuhan ekonomi yang pesat pula maka dapat dikaitkan dengan investasi – investasi yang sebagian besar di sektor industry akan masuk dan menimbulkan pembakaran emisi gas yang lebih besar.

Eksplorasi sumber daya alam secara terus-menerus dalam kegiatan ekonomi berdampak negatif pada lingkungan. Kenaikan emisi CO₂ yang seiring dengan pertumbuhan ekonomi mengharuskan pemerintah untuk

mengambil langkah-langkah konkret dalam mengurangi emisi gas rumah kaca. serta penurunan kualitas lingkungan bisa dicegah dengan cara penerapan pembangunan berkelanjutan dan beberapa Upaya sudah dilakukan seperti reboisasi terhadap hutan gundul, penghijauan lingkungan serta perluasan akan Kawasan hutan (Mardani et al., 2019).



Sumber : Our World in Data (Forest Area)

Gambar 1. 5 Luas Kawasan Hutan 5 Negara ASEAN Tahun 1990 – 2020 (persen)

Gambar 1.5 merupakan luas kawasan hutan di 5 negara ASEAN yaitu Indonesia, Malaysia, Phillippines, Thailand, Vietnam pada tahun 1990 sampai 2020. Grafik tersebut menjelaskan bahwa Indonesia merupakan negara yang setiap tahun nya mengalami penurunan luas kawasan hutan dari tahun 1990 sampai dengan 2020 dengan awal luas kawasan hutan sebanyak 2,80 % dan turun menjadi 2,27% hal ini serupa dengan negara Phillippinnes yang setiap tahunnya turun tetapi pada tahun 2018 – 2019 naik sebesar 1% dari 0,17% setiap tahunnya menjadi 18%. Luas kawasan negara Malaysia mengalami penurunan dari tahun 1990 sampai 2005 dari 0,49% menjadi 0,47% dan 2005 sampai dengan 2020 mengalami fluktuatif setiap tahunnya. Luas kawasan hutan negara Thailand mengalami fluktuatif secara rendah setiap tahunnya yang dimana pada tahun 1990 sebesar 0,46% dan pada tahun 2020 mencapai 0,48%. Negara Vietnam adalah negara dengan luas kawasan hutan yang setiap

tahunnya mengalami peningkatan yaitu dari tahun 1990 sebesar 0,22% dan pada tahun 2020 mencapai sebesar 0,36%.

Pembangunan berkelanjutan yang merupakan sistem pemanfaatan energi belum sepenuhnya terwujud di beberapa negara. Pengurangan emisi CO₂ juga harus dilakukan dengan cara memutus laju deforestasi agar luas kawasan hutan tetap terjaga karena hutan berperan sebagai paru-paru dunia karena mampu menyerap gas CO₂ penyebab pemanasan global. Namun, kebakaran hutan yang terus terjadi menyebabkan luas hutan semakin berkurang dan meningkatkan kadar CO₂ di atmosfer. (Mardani et al., 2019). Luas kawasan hutan menjadi perhatian utama dalam penelitian ini karena diperkirakan berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat emisi CO₂. Melalui penelitian ini, kita akan mengetahui seberapa besar kontribusi hutan dalam mengurangi dampak pemanasan global.

Penulis memilih variabel seperti jumlah populasi, pertumbuhan ekonomi, dan luas kawasan hutan di lima negara ASEAN (Indonesia, Malaysia, Phillippines, Thailand, Vietnam) agar pengaruh variabel tersebut bisa dianalisis dan kontribusi akan tingkat emisi CO₂ di negara tersebut. Negara ASEAN memiliki peran untuk mengurangi emisi CO₂ untuk meminimalkan efek pemanasan global. Karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang faktor-faktor yang terkait dengan pengaruh emisi gas rumah kaca CO₂ di negara-negara ASEAN, terutama di Indonesia, yang dapat mempertahankan target penurunan emisi gas rumah kaca CO₂. Karena emisi gas rumah kaca CO₂ merupakan masalah lingkungan, penulis ingin melakukan penelitian ini. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan mengangkat judul “Analisis Pengaruh pertumbuhan ekonomi (GDP per Kapita), Foreign Direct Invesment (FDI), dan Luas Kawasan Hutan terhadap Emisi Gas Rumah Kaca CO₂ di 5 Negara ASEAN”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat pengaruh jangka panjang dan jangka pendek pertumbuhan ekonomi (GDP per Kapita) terhadap emisi gas rumah kaca CO₂ di 5 Negara ASEAN periode 1990 – 2020?
2. Apakah terdapat pengaruh jangka panjang dan jangka pendek *foreign direct investment* (FDI) terhadap emisi gas rumah kaca CO₂ di 5 Negara ASEAN periode 1990 – 2020?
3. Apakah terdapat pengaruh jangka panjang dan jangka pendek luas kawasan hutan terhadap emisi gas rumah kaca CO₂ di 5 Negara ASEAN periode 1990 – 2020?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis jangka panjang dan jangka pendek Pertumbuhan Ekonomi (GDP per Kapita) terhadap emisi gas rumah kaca CO₂ di 5 negara ASEAN periode 1990 – 2020
2. Untuk menganalisis jangka panjang dan jangka pendek *foreign direct investment* (FDI) terhadap emisi gas rumah kaca CO₂ di 5 negara ASEAN periode 1990 – 2020
3. Untuk menganalisis jangka panjang dan jangka pendek luas kawasan hutan terhadap emisi gas rumah kaca CO₂ di 5 negara ASEAN periode 1990 – 2020

1.4 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini memberikan bukti empiris yang kuat mengenai korelasi antara pertumbuhan ekonomi, *foreign direct investment* (FDI), dan luas kawasan hutan dengan tingkat emisi gas rumah kaca CO₂ di lima negara ASEAN.
2. Bagi penulis, Penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi para akademisi yang ingin melakukan penelitian lebih lanjut di bidang emisi gas rumah kaca.

3. Bagi pemerintah, Diharapkan penelitian ini dapat menjadi acuan dalam merumuskan kebijakan-kebijakan yang lebih baik untuk mencegah peningkatan emisi gas rumah kaca.
4. Bagi masyarakat umum, Diharapkan penelitian ini dapat mendorong masyarakat untuk lebih peduli terhadap isu lingkungan, khususnya terkait dengan emisi gas rumah kaca dan dampaknya terhadap pemanasan global.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya telah membahas hubungan antara jumlah populasi manusia, pertumbuhan ekonomi dan luas kawasan hutan terhadap lingkungan. Penelitian sebelumnya bertujuan agar menjadi landasan referensi dalam penelitian lebih lanjut dan memperkuat hasil analisis. Penelitian ini mencakup:

Penelitian Grossman dan Kruger (1991) adalah peneliti pertama yang menjabarkan hipotesis *Environmental Kuznet Curve* (EKC) tentang dampak kegiatan ekonomi terhadap lingkungan dalam kurva U terbalik. Peneliti lain yaitu (Santi & Sasana, 2021) tentang Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Jumlah Penduduk, Foreign Direct Investment (Fdi), Energy Use/Consumption Dan Krisis Ekonomi Terhadap Kualitas Lingkungan Ditinjau Dari Tingkat Carbon Footprint Di Asean 8 (2020) dengan hasil Hipotesis EKC berlaku di 8 negara ASEAN, yaitu Brunei, Singapura, Indonesia, Thailand, Malaysia, Vietnam, Myanmar, dan Filipina. Populasi dan konsumsi energi memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap jejak karbon, sedangkan FDI memiliki pengaruh positif namun tidak signifikan terhadap jejak karbon. (Mahendra Y et al., 2022) juga melakukan penelitian serupa mengenai Pengaruh Populasi Penduduk, FDI dan Control of Corruption terhadap Emisi CO₂ di 9 Negara ASEAN dengan hasil bahwa populasi penduduk, foreign direct investment (FDI) berpengaruh positif signifikan terhadap emisi CO₂, sedangkan variabel *control of corruption* berpengaruh negatif terhadap emisi CO₂.

Penelitian yang dilakukan oleh (Adeel-Farooq et al., 2021) tentang pertumbuhan ekonomi dan emisi gas karbon: menguji hipotesis KEC di ekonomi ASEAN (2020), dengan hasil bahwa di negara-negara terpilih di ASEAN (Indonesia, Malaysia, Filipina, Singapura, Thailand, dan Vietnam), hipotesis KEC terbukti berlaku. Pertumbuhan ekonomi di negara-negara

tersebut berkontribusi pada penurunan emisi CH₄, sedangkan konsumsi energi memiliki efek negatif terhadap lingkungan dan meningkatkan emisi CH₄. Penelitian lain yang dilakukan oleh (Arista & Amar, 2019) terkait Kausalitas Emisi Co₂, Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi, Dan Modal Manusia Di Asean (2019) dengan hasil bahwa terdapat hubungan timbal balik antara emisi CO₂ dan konsumsi energi, dan hubungan serupa juga terjadi antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi, di sisi lain, turut berkontribusi terhadap emisi CO₂. Hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan modal manusia bersifat searah, dengan pertumbuhan ekonomi mendorong peningkatan modal manusia. Namun, tidak terdapat hubungan antara modal manusia dengan emisi CO₂, ataupun antara konsumsi energi dan modal manusia.

Pada penelitian (Nikensari et al., 2019) Menurut Studi Kuznets Kurva Lingkungan di Asia dalam *Millenium Development Goals* (2019), hipotesis EKC belum menunjukkan hasil yang signifikan hingga 2014. Namun, hipotesis EKC diprediksi akan terbukti pada saat GDP per kapita mencapai USD 51.44 ribu. Di sisi lain, hipotesis EKC belum teramati di negara-negara berpenghasilan menengah ke bawah yang masih dalam tahap awal pembangunan dan masih menunjukkan pola kurva U. Penelitian lain oleh (Firdaus, 2017) mengenai Penaruh Pertumbuhan Dan Keterbukaan Ekonomi Terhadap Kualitas Lingkungan : Analisis Environmental Kuznets Curva dengan hasil bahwa pencemaran lingkungan (CO₂) awalnya naik seiring dengan pertumbuhan ekonomi, namun kemudian turun (sesuai hipotesis EKC). Semakin banyak orang di negara itu, semakin banyak emisi CO₂. Tapi, perdagangan bebas, investasi asing, dan hemat energi, serta krisis ekonomi, justru membantu menurunkan emisi CO₂.

Penelitian mengenai Analisis Pertumbuhan Penduduk, Pendapatan, dan Teknologi Terhadap Peningkatan Emisi Karbondioksida (CO₂) di ASEAN oleh (Ayuningtyas, 2020) mendapatkan hasil bahwa variabel penduduk, pendapatan, dan teknologi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan emisi karbondioksida (CO₂) secara persial dan simultan. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga variabel tersebut saling terkait dan berkontribusi

terhadap emisi gas rumah kaca yang semakin meningkat. Pada penelitian (Putri et al., 2022) mengenai Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Pertumbuhan Penduduk, dan Konsumsi Energi Terhadap Emisi CO₂ di Indonesia mendapatkan hasil bahwa variabel pertumbuhan (Growth) sedikit meningkatkan emisi CO₂ dalam jangka panjang dan pendek. variabel jumlah penduduk (POP) sedikit meningkatkan emisi CO₂ dalam jangka pendek, namun dalam jangka panjang justru menurunkannya. variabel keterbukaan ekonomi (KE) selalu meningkatkan emisi CO₂, baik dalam jangka pendek maupun panjang.

(Putri et al., 2022) telah melakukan penelitian terhadap Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Pertumbuhan Penduduk, dan Konsumsi Energi Terhadap Emisi CO₂ di Indonesia dengan hasil bahwa variabel pertumbuhan (Growth) sedikit meningkatkan emisi CO₂ dalam jangka panjang dan pendek. variabel jumlah penduduk (POP) sedikit meningkatkan emisi CO₂ dalam jangka pendek, namun dalam jangka panjang justru menurunkannya. variabel keterbukaan ekonomi (KE) selalu meningkatkan emisi CO₂, baik dalam jangka pendek maupun panjang. Penelitian lain yang dilakukan oleh (Rianti Patriamurti, 2019) mengenai Pertumbuhan Ekonomi, Pertumbuhan Industri, Pertumbuhan Penduduk, Pengeluaran Konsumsi, Dan Investasi Asing Terhadap Konsumsi Listrik Di Indonesia Tahun 1971-2019 dengan hasil bahwa pertumbuhan ekonomi, industri, penduduk, pengeluaran konsumsi, dan investasi asing mempunyai pengaruh terhadap konsumsi listrik di Indonesia dalam jangka panjang.

(Amer et al., 2024) melakukan penelitian yaitu Impacts of renewable and disaggregated non-renewable energy consumption on CO₂ emissions in GCC countries: A STIRPAT model analysis dengan hasil bahwa adanya hubungan positif yang signifikan antara batu bara, gas alam, konsumsi minyak serta CO₂ dimana konsumsi minyak mempunyai dampak paling tinggi, pertumbuhan ekonomi dan populasi juga berpengaruh dengan peningkatan CO₂ tersebut. Penelitian ini serupa dengan penelitian (Patel & Mehta, 2023) yaitu The asymmetry effect of industrialization, financial development and globalization on CO₂ emissions in India dengan hasil bahwa negara negara

industri yang mempunyai emisi CO₂ yang besar memiliki hubungan positif antara industrialisasi, pembangkit energi dari bahan bakar fosil dan kegiatan manufaktur mempunyai dampak positif terhadap emisi CO₂ karena sektor industri india sangat bergantung pada masukan energi yang dihasilkan dari bahan bakar fosil yang mengeluarkan karbon

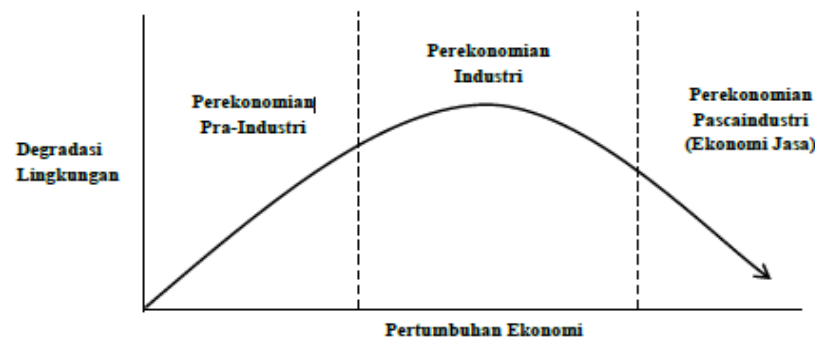
Penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya dengan memperpanjang periode analisis hingga tahun 2020, memungkinkan identifikasi tren jangka panjang yang lebih akurat. Selain itu, dengan menggunakan model regresi yang lebih canggih, penelitian ini berhasil mengidentifikasi pengaruh non-linear antara pertumbuhan ekonomi dan emisi CO₂. Temuan ini memberikan kontribusi baru pada pemahaman kita tentang dinamika emisi di kawasan ASEAN dan menyoroti pentingnya kebijakan lingkungan yang lebih komprehensif.

2.2 Landasan Teori

Teori Environmental Kuznet Curve

Menurut (Harris & Brian Roach, 2023) *Environtmental Kuznet Curve* menjelaskan bahwa Pada awalnya, pertumbuhan ekonomi bisa membuat masalah lingkungan semakin buruk. Namun, seiring waktu dan seiring dengan peningkatan pendapatan negara, masalah lingkungan ini bisa berkurang. Simon Kuznets, seorang ekonom, menjelaskan hubungan antara pendapatan perkapita dan penurunan kualitas lingkungan pada tahun 1950an dengan bentuk U terbalik. Pada tahun 1991, Grossman dan Krueger meneliti hipotesis Environtmental Kuznet Curve (EKC). Menurut Stern (2003), Emisi polutan dapat meningkat selama tahap awal pembangunan, ketika fokusnya adalah industialisasi dan penyerapan tenaga kerja. Namun, seiring meningkatnya pendapatan per kapita, emisi polutan akan turun karena fokusnya pada kegiatan ekonomi dan perbaikan kualitas lingkungan, yang menghasilkan kurva U terbalik.

Environmental Kuznet Curve (EKC) menunjukkan bagaimana pertumbuhan ekonomi dipengaruhi oleh emisi CO₂. Kurva EKC menunjukkan dampak pertumbuhan ekonomi dengan emisi CO₂, tetapi pertumbuhan ekonomi itu sendiri memiliki kemampuan untuk mengurangi tingkat kerusakan lingkungan. Pendapatan tinggi memiliki kecenderungan untuk memanfaatkan teknologi yang ramah lingkungan, yang mendukung



Sumber : Shahrir & Alinor, 2013

Gambar 2. 1 Hipotesis EKC

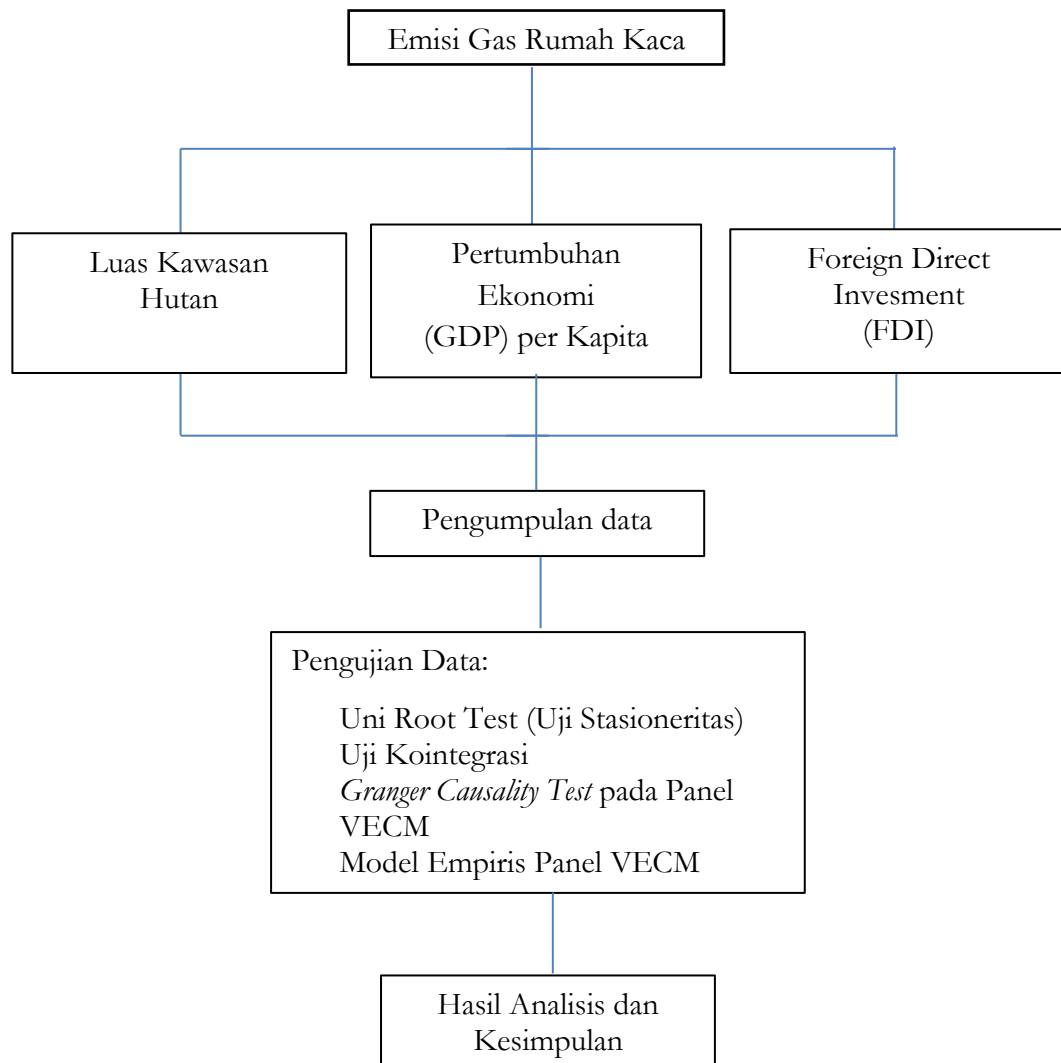
kelangsungan kelestarian lingkungan.

Terdapat tiga tahapan (*scale effects*, *structural effects* dan *technological effects*) pada hubungan pertumbuhan ekonomi terhadap kualitas lingkungan, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.1 pada tahapan *Environmental Kuznets Curve* (EKC) (Darwanto et al., 2019). Pertumbuhan ekonomi dari pertanian ke industri adalah tahap pertama, *scale effect*. Pada tahap pertama, kerusakan lingkungan tinggi, ditunjukkan oleh rendahnya tingkat teknologi dan umumnya masyarakat tidak peduli dengan kondisi lingkungan. Pada saat ini, masyarakat lebih suka bekerja daripada berada di lingkungan dengan polusi udara tinggi.

Tahap kedua adalah *structural effect* terjadi pada perpindahan struktur ekonomi menggunakan energi untuk industri menjadi industri jasa dengan basis teknologi. kegiatan ekonomi mulai meningkat dan berdampak positif karena lebih banyak kepedulian akan kelangsungan lingkungan. Tahap ini tingginya pendapatan negara memiliki potensi untuk perbaikan lingkungan dengan memproduksi barang melalui energi ramah lingkungan. Tahap ini juga

PDB suatu negara harus tinggi agar memiliki potensi untuk mengatasi masalah akan degradasi lingkungan (Nikensari et al., 2019)

2.3 Kerangka Pemikiran



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pengumpulan data

Penelitian ini bersifat kuantitatif, dan data yang digunakan adalah data panel, yaitu *cross-section* dan *time series*, yang diperoleh dari Our World in Data dan World Bank di lima negara ASEAN seperti Indonesia, Malaysia, Filipina, Thailand, dan Vietnam. selama 30 tahun dari 1990 hingga 2020. Data sekunder adalah data yang diambil dari sumber yang tersedia secara tidak langsung.

3.2 Definisi Variabel

Indikator yang dipilih peneliti untuk diteliti lebih lanjut disebut variabel. Variabel adalah topik utama dalam penelitian. Variabel independen (bebas) dan variabel dependen (terikat) dalam penelitian ini adalah pertumbuhan penduduk, jumlah populasi manusia, dan luas kawasan hutan. Emisi gas rumah kaca karbon dioksida (CO₂) adalah variabel dependen dalam penelitian ini. Variabel berikut didefinisikan sebagai berikut:

1. **Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂)** merupakan gas rumah kaca yang memiliki dampak buruk yang begitu besar yang menyebabkan iklim global mengalami perubahan (Arista & Amar, 2019). Emisi gas rumah kaca CO₂ ini terbentuk dari berbagai pembakaran yang merupakan penyebab utama dari pemanasan global.
2. **Pertumbuhan Ekonomi (GDP per Kapita)** merupakan suatu ukuran akan pendapatan per kapita dan penggambaran standar hidup di suatu negara. Ekonom menggunakan indikator angka GDP per Kapita untuk mengukur pertumbuhan ekonomi pada suatu negara dengan menunjukan pengukuran pendapatan total perorangan dalam perekonomian (Mankiw, 2012)
3. **Foreign Direct Investment** merupakan jenis investasi atau penanaman modal yang dilakukan oleh investor asing di suatu negara dengan tujuan mempengaruhi produktivitas nasional,

terutama pertumbuhan ekonomi, negara tersebut. Foreign Direct Investment (FDI) yang diteliti diwakili dalam satuan persentaseT (Santi & Sasana, 2021).

4. **Luas Kawasan Hutan (Forest Area)** merupakan keseluruhan akan hamparan hutan yang ditumbuhi oleh pepohonan diukur dalam million. Luas kawasan hutan meliputi luas hutan baik maupun buruk yang berada di 5 nrgara ASEAN yaitu Indonesia, Malaysia, Phillippines, Thailand dan Vietnam. Hutan memiliki peran penting bagi kelangsungan hidup karena terdapat ekosistem dan makhluk hidup didalamnya (Fauzi, 2017).

Variabel	Satuan	Simbol	Sumber Data
Emisi CO2 (Karbon Dioksida)	Million tons	CO2	World Bank
Pertumbuhan Ekonomi (GDP per Kapita)	Dollar	GDP	World Bank
Foreign Direct Invesment (FDI)	Persen	FDI	Our World In
Luas Kawasan Hutan (Forest Area)	Million ha	FA	Our World In

3.3 Metode Analisis Data

Panel Vector Error Correction Model (VECM) digunakan dalam penelitian ini. Metode ini menggunakan model analisis data untuk variabel yang saling berhubungan dan saling berkaitan, juga dikenal sebagai variabel kointegrasi. Peneliti menggunakan metode ini untuk mengevaluasi adanya pengaruh

pertumbuhan ekonomi (GDP per kapita), *foreign direct investment* (FDI), dan luas kawasan hutan terhadap emisi CO₂ di lima negara ASEAN .

Panel *Vector Error Correction Model* (VECM) merupakan model yang lag – nya menjelaskan setiap variabelnya dengan sendirinya dari model persamaan dengan variabel endogen yang berbeda namun tetap dalam model. Model panel VECM ini banyak dipilih dan digunakan karena dianggap bisa mendeteksi hubungan dinamis antar variabel yang pengamatnya tidak terikat pada satu waktu yang sama akan tetapi terus berlanjut sepanjang waktu. Karena model ini bersifat dinamis dan simultan, variabel endogen lain sering mengalami *shock* dari waktu ke waktu, Model ini dirancang untuk mengidentifikasi dan menganalisis hubungan kausal antara variabel-variabel kunci dalam sistem. Dengan menggunakan fungsi respons impuls, kita dapat melacak bagaimana perubahan pada satu variabel dapat memicu reaksi berantai pada variabel lainnya, sehingga memungkinkan kita untuk memahami dinamika sistem secara lebih mendalam dan merumuskan kebijakan yang lebih efektif (Eko, 2017).

Ada beberapa metode yang biasa digunakan untuk mengestimasi kointegrasi data panel yaitu Uji Root Test (Uji Stasioner), Uji Kointegrasi, *Granger Causality Test* pada Panel VECM, Uji Wald Test.

3.3.1 Unit Root Test (Uji Stasioneritas)

Uji stasioneritas data, juga dikenal sebagai *unit root test*, dimulai dengan metode VECM. Dalam metode ini, stasioneritas data sangat penting untuk analisis data *time series*; namun, jika data *time series* yang digunakan tidak memenuhi persyaratan, data dapat dianggap tidak stasioner. (Widarjono, 2013).

Unit Root Test bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya indikasi dari regresi lancung yang tinggi. Untuk mengukur hal tersebut dapat dilihat dari nilai R-Square yang tinggi dengan nilai t-statistic yang signifikan. Meskipun demikian, hal tersebut tidak berarti jika dihubungkan dengan teori ekonomi dan tujuan dilakukannya *unit root test* (uji stasioneritas) ini adalah agar *random error* – nya sama dengan 0

dan meannya stabil sehingga hasil regresi yang dihasilkan dapat membuat prediksi yang valid.

Pada data *time series*, stasioneritas masing-masing variabel harus dipastikan dengan menggunakan *unit root test*. Metode yang digunakan dalam menguji data *time series* dapat dijelaskan dengan model sebagai berikut:

$$Y_t = \delta Y_{t-1} + U_t$$

Berdasarkan persamaan diatas, jika dikurangnya Y_{t-1} pada sisi kanan dan sisi kiri, maka diperoleh turunan sebagai berikut:

$$Y_t - Y_{t-1} = \delta Y_{t-1} - Y_{t-1} + u_t$$

$$\Delta Y_t = (\delta - 1)Y_{t-1} + u_t$$

Atau dapat dinyatakan sebagai berikut

$$\Delta Y_t = \beta Y_{t-1} + u_t$$

Sesuai dengan asumsi metode OLS, variabel pengganggu et adalah variabel random dengan mean 0 dan varian konstan tidak saling berhubungan, yang dikenal sebagai variabel *white noise*. Namun, *unit root problem* dapat muncul pada *time series* yang tidak stasioner. Dalam kasus ini, uji Dickey-Fuller dan uji Phillips-Pherron harus digunakan; dalam penelitian ini, uji akar unit Phillips-Pherron digunakan. Jika nilai t statistik lebih besar dari nilai kritis t, maka data atau akar unit dianggap stasioner. Namun, tidak ada data atau akar unit yang dianggap tidak stasioner.

3.3.2 Uji Kointegrasi (*Cointegrasi test*)

Uji kointegrasi dilakukan untuk mengidentifikasi keberadaan hubungan jangka panjang antar variabel dalam model. Persamaan

kointegrasi yang dihasilkan menggambarkan hubungan jangka panjang tersebut:

$$Y = C + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_\theta X_\theta + \dots + \beta_n X_n + \epsilon$$

dimana:

Y = variabel dependen

X = variabel independent

C = konstanta

β = variabel

ϵ = residual

Terdapat beberapa metode uji kointegrasi, termasuk Eangel-Granger, uji kointegrasi regresi Durbin Watson (CDRW), dan uji kointegrasi Johansen. Metode Johansen digunakan untuk membandingkan nilai *trace statistic* dengan nilai kritis pada 1%, 5%, dan 10%. Jika nilai *trace statistic* lebih rendah dari nilai *critical*, maka diduga terjadi kointegrasi, tetapi jika nilai *trace statistic* lebih tinggi maka tidak terjadi kointegrasi.

Berikut statistic uji trace:

$$LR_{tr}(k) = -T \sum_{i=r+1}^k \log(1 - \lambda_i)$$

Statistik uji nilai eigen maksimum;

$$LR_{max}(r+1) = -T \log(1 - \lambda) = LR_{tr}(r|k) - LR_{tr}(r+1|k)$$

Untuk $r = 0, 1, \dots, k-1$

Dengan:

λ = Eigen value terbesar ke $-i$ dari matriks Π ($\lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \dots \leq \lambda_n$)

T = jumlah observasi yang teramati

K = banyaknya variabel dependen

3.3.3 *Granger Causality Test* pada Vector Error Correction Model (VECM)

Dengan menggunakan pendekatan ekonometrika, hubungan sebab akibat adalah hubungan antara kelompok tertentu dalam jangka waktu yang singkat. Hubungan ini muncul dari analisis spektrum, terutama semua hubungan antara spektrum dan hubungan parsial. (Widarjono, 2013).

Ada dua konsep utama kausalitas. Yang pertama adalah ketika Y mempengaruhi X, yang berarti Y dapat diduga oleh data masa lalu X. Dengan kata lain, menambah data masa lalu X ke regresi Y dengan data masa lalu Y dapat memperkuat kejelasan regresi. Karena fakta bahwa Y dapat diduga oleh X dan X dapat diduga oleh Y, maka sangat mungkin ada variabel lain yang dapat mempengaruhi kedua X dan Y. Hasil uji ini menunjukkan bahwa:

- a. *Unidirectional causality* from Y to X (Hubungan sebab akibat satu arah dari Y ke X)
- b. *Unidirectional causality* from X to Y (Hubungan sebab akibat satu arah dari X ke Y)
- c. *Bidirectional causality* (Hubungan sebab akibat dua arah saling mempengaruhi)
- d. *No causality* (Tidak terdapat hubungan saling ketergantungan)

Penelitian (Granger, 2013) Ditemukan bahwa dua variabel memiliki hubungan kausalitas satu sama lain. Hubungan kausalitas ini dibagi menjadi tiga kategori: hubungan kausalitas satu arah, hubungan kausalitas dua arah, dan hubungan kausalitas timbal balik.

Untuk menyelidiki hubungan antara signifikansi variabel penelitian yang telah ditentukan, penelitian ini menggunakan *Granger Causality Test*. Faktor-faktor yang akan diuji termasuk emisi CO₂, pertumbuhan ekonomi per kapita, investasi asing langsung, dan luas wilayah hutan. Hipotesis nol digunakan untuk mengetahui hubungan

antara kedua variabel tersebut. Artinya X tidak dipengaruhi oleh Y dan Y tidak dipengaruhi oleh X. Dengan menggunakan kriteria probabilitas < 0.005 , hipotesis nol tidak akan diterima.

Berikut uji statistik *Granger Causality Test*

$$F = \left(\frac{N-K}{q} \right) \left(\frac{SSE_{terbatas} - SSE_{penuh}}{SSE_{penuh}} \right)$$

SSE_{penuh} : *sum of squares* didapatkan dari hasil regresi yang dilakukan dengan melibatkan lag variabel X terhadap Y seperti berikut:

$$Y_t = \sum_{i=1}^p a_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{t-i} + \epsilon_t$$

$SSE_{terbatas}$: *sum of squares* didapatkan dari hasil regresi yang dilakukan tanpa melibatkan lag variabel X terhadap Y seperti berikut:

$$Y_t = \sum_{i=1}^p a_i Y_{t-i} + \epsilon_t$$

N = banyaknya pengamatan

k = banyaknya parameter model penuh

q = banyaknya parameter model terbatas

3.3.4 Model Empiris Panel VECM

Dengan melihat hasil bahwa adanya kointegrasi pada variabel dalam penelitian, model empiris panel atau PVECM digunakan sebagai metode berikutnya. Jika ada kointegrasi antar variabel, metode ini layak digunakan. Karena bentuk data yang tidak stasioner namun terintegrasi, model PVECM merupakan bentuk PVAR yang terbatas. Metode VAR digunakan untuk menentukan panjang lag optimal, dalam model VAR panjang lag akan menunjukkan derajat bebas dan model yang digunakan

adalah Akaike Information Criterion (AIC) maupun Schwarz Information Criterion (SIC) yang memiliki nilai paling terkecil dan banyaknya tanda bintang, kemudian, nilai lag optimal yang digunakan yaitu 5. Pengumpulan kelompok PVECM mengurangi hubungan jangka panjang variabel-variabel X sehingga variabel X dapat konvergen ke dalam hubungan kointegrasinya. Namun, pengumpulan kelompok PVECM tetap memungkinkan keberadaan dinamisasi jangka pendek.

Berikut model umum VECM dengan panjang lag $(p - 1)$:

$$\Delta y_t = \beta_1 \Delta y_{t-1} + \beta_2 \Delta y_{t-2} + \dots + \beta_p \Delta y_{t-p+1} + \varepsilon_t$$

Dimana

$$e_{t-1} = Y_{t-1} - (\varphi + \omega X_{t-1})$$

Keterangan

Δy_t = Vektor turunan pertama variabel dependen

Δy_{t-1} = vektor turunan

e_{t-1} = error yang diperoleh dari persamaan regresi antara Y dan X pada lag ke - 1 atau disebut ECT (Error Correct Term)

ε_t = Vektor residual

a = matriks koefisien kointegrasi

β_i = Matriks koefisien variabel dependen ke - i, dimana $i = 1, 2, \dots, p$

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

4.1 Deskripsi Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan data panel dengan menggabungkan data *time series* dan *cross section*. Variabel *time series* meliputi emisi CO₂, PDB per kapita, FDI, dan luas hutan, sedangkan variabel *cross section* mencakup lima negara ASEAN seperti Indonesia, Malaysia, Filipina, Thailand, dan Vietnam.

4.2 Analisis Deskriptif

Berikut hasil uji statistic deskriptif dari penelitian ini:

Tabel 4. 1 Hasil Uji Statistik Deskriptif

Variable	Obs	Mean	Std. Dev	Min	Max
Co2	155	2.566516	2.034124	0.290000	7.720000
GDP	155	3109.791	2676.344	96.72000	11132.10
FDI	155	2.996452	2.261931	-2.760000	11.94000
FA	155	31.79445	30.75518	0.190000	118.5500

Sumber : data diolah menggunakan eviews 10

Tabel diatas menunjukkan hasil bahwa Emisi CO₂ dengan 155 observasi data dengan nilai rata – rata (mean) 2,566% juta ton dengan standar deviasi sebesar 2,034% juta ton. Hasil tersebut menunjukkan nilai dari rata-rata mendapatkan hasil yang lebih besar daripada nilai standar deviasi ($X > \alpha$), sehingga membuktikan bahwa nilai rata-rata tersebut memiliki representasi keseluruhan yang baik.

Hasil yang ditunjukan uji pada Tabel 4.1, dengan 155 observasi nilai rata – rata (mean) pada variabel pertumbuhan ekonomi (GDP per Kapita) untuk 5 negara ASEAN yaitu sebesar 3109,791% dengan standar deviasi

sebesar 2676,344%. Hasil yang sama dengan variabel sebelumnya, pada variabel pertumbuhan ekonomi (GDP per Kapita) juga menunjukkan nilai rata – rata lebih kecil daripada standar deviasi ($X > \alpha$). Hal ini menunjukkan bahwa nilai rata – rata (mean) pada data ini representasi yang baik untuk keseluruhan data.

Pada variabel FDI (foreign direct invesment) menghasilkan nilai rata – rata (mean) ditempat 5 negara ASEAN berdasarkan Tabel 4.1 yaitu sebesar 2,996% dengan standar deviasi sebesar 2,261%. Hal ini sama dengan variabel sebelumnya dengan nilai standar deviasi lebih kecil dibanding dengan nilai rata – rata (mean) dan dapat disimpulkan bahwa nilai rata – rata (mean) pada FDI (foreign direct invesment) merupakan representasi yang baik bagi keseluruhan data.

Pada variabel luas kawasan hutan (forest area) menghasilkan standar deviasi berdasarkan Tabel 4.1 sebesar 30,755% dengan nilai rata – rata (mean) sebesar 31,794% pada 5 negara ASEAN. Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai rata – rata (mean) lebih besar dari pada standar deviasi dan ini merupakan bahwa nilai rata – rata (mean) luas kawasan hutan (forest area) menjadi representasi baik bagi keseluruhan data.

4.3 Pengujian Model Regresi

Terdapat beberapa tahapan untuk melakukan pengujian model regresi PVECM diantaranya yaitu uji stasioneritas, uji kointegrasi, uji kausalitas *granger* dan menentukan model PVECM. Berikut merupakan tahapan pengujiannya:

4.3.1 Uji Stasioneritas Data

Uji akar unit atau tingkat stasioneritas setiap variabel yang akan digunakan dalam penelitian adalah langkah pertama dalam pelaksanaan PVECM. Peneliti memilih metode uji unit root karena mereka membandingkan berbagai metode uji unit root. Nilai kemungkinan dari hasil setiap metode dapat digunakan sebagai acuan untuk menentukan tingkat stasioneritas data. Nilai kemungkinan harus dibandingkan

dengan alpha untuk mengetahuinya. Jika nilai kemungkinan kurang dari 0,05 dari alpha 5%, maka data dianggap stasioner, tetapi jika nilai kemungkinan lebih besar dari 0,05, maka data dianggap tidak stasioner.

Berdasarkan hasil uji stasioneritas dibawah, didapatkan hasil rata- rata variabel tidak stasioner pada tingkat *level* dan tingkat 1st *different*, semua variabel stasioner pada tingkat 2st *different*. Dan dengan hasil yang didapatkan bahwa data stasioner pada tingkat 2st *different* maka dapat diartikan data yang didapatkan akan terjadi kointegrasi dan terdapat hubungan jangka panjang.

Tabel 4. 2 Hasil Uji Unit Root Test

Variabel	<i>Individual Intercept</i>				<i>Individual Intercept and Trend</i>			
	LLC	IPS	ADF	PP	LLC	IPS	ADF	PP
<i>Level</i>								
CO ₂	0.2708	0.8468	0.4047	0.1407	0.5696	0.6960	0.2558	0.4926
GDP	0.9796	0.9998	0.9997	1.0000	0.3994	0.8676	0.9491	0.9894
FDI	0.0857	0.0118	0.0297	0.0056	0.4870	0.0766	0.1250	0.0284
FA	0.0003	0.0165	0.0224	0.0000	0.0545	0.5167	0.2679	0.4447
<i>1st Difference</i>								
CO ₂	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0040	0.0000	0.0000	0.0000
GDP	0.0030	0.0001	0.0004	0.0000	0.0435	0.0107	0.0212	0.0001
FDI	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
FA	0.3567	0.0720	0.0088	0.0000	0.7332	0.0909	0.0351	0.0000
<i>2nd Difference</i>								

CO ₂	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0068	0.0000	0.0000	0.0000
GDP	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
FDI	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
FA	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0021	0.0000	0.0000	0.0000

**Prob < 5% (0,05)*

Sumber : Data diolah menggunakan eviws 10

4.3.2 Uji Kointegrasi

Saat semua variabel sudah stasioner menggunakan akar unit (*Unit Root Test*) Langkah setelahnya yang akan diambil ialah dengan melakukan uji kointegrasi pada setiap variabel penelitian. Untuk mengetahui apakah ada hubungan jangka panjang pada penelitian yaitu dengan melakukan uji kointegrasi. Pada penelitian ini, uji kointegrasi yang dipilih ialah model *Jobansen Kointegrasi Test* dimana model ini memiliki tiga metode yang dapat menentukan keberadaan suatu kointegrasi antar variabel, yaitu metode Fisher, metode Kao, dan metode Pedroni. Metode yang terpilih dalam penelitian ini adalah metode Kao yang dilakukan dengan menentukan pengambilan keputusan yang dilakukan dengan melihat nilai probabilitasnya, jika < (lebih kecil) dari alpha 5%, maka ditemukan adanya kointegrasi antar variabel, akan tetapi jika nilai probabilitasnya > (lebih besar) dari alpha 5% maka tidak terdapat kointegrasi dari semua variabel tersebut.

Tabel 4. 3 Hasil Uji Kao Test

ADF	Residual Variance	HAC variance	Prob
-4.251875	0.072143	0.009566	0.0000

Prob < 5% (0,05)

Sumber : Data diolah menggunakan *evIEWS 10*

Menurut hasil uji Kao, tabel 4.2 menunjukkan nilai probabilitas ADF adalah $0,0000 < 5\% (0,05)$, yang menunjukkan bahwa ada kointegrasi variabel, yang berarti bahwa model memiliki hubungan jangka panjang. Selain itu, untuk mencapai keseimbangan jangka panjang, semua variabel harus menyesuaikan. Proses regresi untuk model PVECM dilakukan setelah konfirmasi kointegrasi.

4.3.3 Granger Causality Test pada Panel PVECM

Setelah langkah-langkah di atas, langkah selanjutnya adalah uji granger kausalitas untuk mengevaluasi hubungan dua arah setiap variabel. Analisis ini memungkinkan uji ini untuk mengetahui apakah ada hubungan antara variabel lainnya. Penelitian-penelitian terdahulu menyebutkan hal serupa dimana uji kausalitas granger dapat menunjukkan ada atau tidaknya pengaruh yang sebelumnya dengan kondisi pada saat ini terutama untuk data dari time series.. Berikut merupakan hasil uji kausalitas *granger* pada penelitian ini:

Dalam uji kausalitas Granger, nilai probabilitas dan nilai alfa dibandingkan. Apabila nilai probabilitas < dari nilai alpha, maka ada hubungan kausalitas antara dua variabel; sebaliknya, jika nilai probabilitas > alpha, maka tidak ada hubungan kausalitas. Dari hasil uji kausalitas Granger diatas dapat dilihat bahwa variabel *Gross Domestic Product* terindikasi memiliki hubungan sebab akibat satu arah terhadap CO₂, dimana nilai probabilitas sebesar $0,0210 < \alpha (5\%)$, Namun, ada

hubungan sebab akibat satu arah antara CO2 dan *foreign direct investment* dengan nilai probabilitas $0,0286 < \alpha$ (5%).

Tabel 4. 4 Hasil Granger Causality test

Null Hypothesis	Obs	F – Statistic	Prob
D(GDP,2) does not Granger Cause D(CO2,2)	120	2.62238	0.0280
D(CO2,2) does not Granger Cause D(GDP,2)		10.4435	3.E-08
D(FDI,2) does not Granger Cause D(CO2,2)	120	0.57235	0.0210
D(CO2,2) does not Granger Cause D(FDI,2)		2.61061	0.7286
D(FA,2) does not Granger Cause D(CO2,2)	120	1.34490	0.2510
D(CO2,2) does not Granger Cause D(FA,2)		1.26172	0.2857
D(FDI,2) does not Granger Cause D(GDP,2)	120	0.10920	0.9901
D(GDP,2) does not Granger Cause D(FDI,2)		3.16611	0.0104
D(FA,2) does not Granger Cause D(GDP,2)	120	0.98752	0.4288
D(GDP,2) does not Granger Cause D(FA,2)		0.35520	0.8779
D(FA,2) does not Granger Cause D(FDI,2)	120	1.01020	0.4153
D(FDI,2) does not Granger Cause D(FA,2)		0.83295	0.5290

Prob < 5% (0,05)

Sumber : Data diolah menggunakan *evIEWS 10*

Kemudian untuk variabel Forest Area tidak memiliki hubungan kausalitas terhadap variabel CO2, sedangkan variabel CO2 juga tidak memiliki hubungan kausalitas dengan variabel Forest Area. Adapun untuk variabel Foreign Direct Investment tidak memiliki hubungan kausalitas dengan variabel Gross Domestic Product, sedangkan variabel Gross Domestic Product terindikasi memiliki hubungan sebab akibat satu arah terhadap variabel *foreign direct investment*, dengan nilai

probabilitas $0,0104 < \alpha$ (5%). Untuk variabel Forest Area tidak memiliki hubungan kausalitas dengan variabel Gross Domestic Product, begitu pun dengan variabel Gross Domestic Product tidak memiliki hubungan kausalitas dengan Forest Area. Berikutnya variabel Forest Area tidak memiliki hubungan kausalitas dengan variabel Foreign Direct Investment, begitu pun dengan variabel Foreign Direct Investment tidak memiliki hubungan kausalitas dengan variabel Forest Area.

4.3.4 Model Empiris Panel PVECM

Mengingat adanya hubungan kointegrasi antar variabel, langkah berikutnya adalah mengestimasi model Vector Error Correction Model (VECM). Hasil estimasi model ini akan memberikan gambaran lebih detail mengenai dinamika jangka pendek dan jangka panjang antar variabel.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Jangka Pendek

Error Correction:	D(CO2,3)	D(GDP,3)	D(FDI,3)	D(FA,3)
CointEq1	-0.038468	79.58730	6.565279	-29.86203
	(0.23035)	(471.217)	(1.83598)	(3.56456)
	[-0.16700]	[0.16890]	[3.57591]	[-8.37747]
D(CO2(-1),3)	-1.387177	-1316.797	-9.094093	28.76832
	(0.26688)	(545.938)	(2.12711)	(4.12980)
	[-5.19775]	[-2.41199]	[-4.27534]	[6.96604]
D(CO2(-2),3)	-1.897948	-2881.223	-10.42128	24.87661
	(0.28960)	(592.408)	(2.30817)	(4.48133)
	[-6.55375]	[-4.86358]	[-4.51496]	[5.55117]
D(CO2(-3),3)	-1.429734	-2839.014	-9.421252	14.95078
	(0.33977)	(695.053)	(2.70809)	(5.25779)

	[-4.20789]	[-4.08460]	[-3.47892]	[2.84355]
D(CO2(-4),3)	-0.806770	-1574.741	-5.675733	4.827337
	(0.29785)	(609.297)	(2.37397)	(4.60908)
	[-2.70862]	[-2.58452]	[-2.39082]	[1.04735]
D(CO2(-5),3)	-0.398549	-875.2022	-3.272501	0.207360
	(0.16670)	(341.006)	(1.32864)	(2.57957)
	[-2.39082]	[-2.56653]	[-2.46304]	[0.08039]
D(GDP(-1),3)	-8.17E-06	-1.035154	-0.002026	0.006113
	(8.1E-05)	(0.16562)	(0.00065)	(0.00125)
	[-0.10096]	[-6.25015]	[-3.13954]	[4.87914]
D(GDP(-2),3)	0.000245	-0.729755	-0.001248	0.002742
	(9.4E-05)	(0.19299)	(0.00075)	(0.00146)
	[2.60177]	[-3.78122]	[-1.65967]	[1.87823]
D(GDP(-3),3)	0.000260	-0.458178	9.35E-05	0.001865
	(8.9E-05)	(0.18243)	(0.00071)	(0.00138)
	[2.91991]	[-2.51151]	[0.13154]	[1.35141]
D(GDP(-4),3)	0.000251	-0.264340	8.96E-05	0.001680
	(8.0E-05)	(0.16325)	(0.00064)	(0.00123)
	[3.14490]	[-1.61923]	[0.14090]	[1.36039]
D(GDP(-5),3)	0.000199	-0.100638	0.000602	0.000695
	(6.0E-05)	(0.12291)	(0.00048)	(0.00093)
	[3.30869]	[-0.81879]	[1.25669]	[0.74765]
D(FDI(-1),3)	-0.009918	-13.36036	-0.459717	-4.128331
	(0.03187)	(65.1945)	(0.25401)	(0.49317)
	[-0.31121]	[-0.20493]	[-1.80981]	[-8.37102]
	-0.003327	-31.49039	-0.627658	-3.406179

D(FDI(-2),3)	(0.03023)	(61.8297)	(0.24090)	(0.46772)
	[-0.11007]	[-0.50931]	[-2.60544]	[-7.28258]
D(FDI(-3),3)	-0.003276	-50.89713	-0.526665	-2.492075
	(0.02692)	(55.0764)	(0.21459)	(0.41663)
	[-0.12168]	[-0.92412]	[-2.45427]	[-5.98150]
D(FDI(-4),3)	0.012083	-39.72704	-0.308108	-1.630424
	(0.02046)	(41.8515)	(0.16306)	(0.31659)
	[0.59059]	[-0.94924]	[-1.88950]	[-5.14996]
D(FDI(-5),3)	0.004517	-18.35821	-0.041560	-0.570909
	(0.01159)	(23.7190)	(0.09241)	(0.17942)
	[0.38952]	[-0.77399]	[-0.44971]	[-3.18189]
D(FA(-1),3)	0.019912	6.002437	-1.115867	2.919138
	(0.03530)	(72.2144)	(0.28136)	(0.54627)
	[0.56406]	[0.08312]	[-3.96591]	[5.34374]
D(FA(-2),3)	0.016260	2.461522	-0.850355	1.644960
	(0.02969)	(60.7417)	(0.23666)	(0.45949)
	[0.54760]	[0.04052]	[-3.59308]	[3.58000]
D(FA(-3),3)	0.030184	34.01439	-0.643639	0.795998
	(0.02232)	(45.6608)	(0.17791)	(0.34540)
	[1.35224]	[0.74494]	[-3.61787]	[2.30454]
D(FA(-4),3)	0.013253	23.85462	-0.347861	0.150673
	(0.01368)	(27.9815)	(0.10902)	(0.21167)
	[0.96887]	[0.85251]	[-3.19072]	[0.71183]
D(FA(-5),3)	0.015569	28.52197	-0.137817	-0.019653
	(0.00761)	(15.5752)	(0.06068)	(0.11782)
	[2.04487]	[1.83125]	[-2.27103]	[-0.16680]

Sumber : Data diolah menggunakan evienvs 10

Setelah mengetahui hasil regresi, nilai statistik dapat menjadi sebuah acuan untuk menentukan hubungan antara variabel yang sudah ditentukan dimana ada tidaknya hubungan antar variabel dapat ditentukan dengan membandingkan antara nilai t – statistik dengan nilai t – tabel. apabila nilai t statistik lebih besar dari nilai t tabel, maka dapat disimpulkan bahwa ada hubungan antara variabel.

Wald test merupakan langkah terakhir dalam pengujian PVECM, digunakan untuk menentukan adanya hubungan jangka pendek pada model. Jenis uji kausalitas granger bertujuan untuk menentukan jangka pendek sedangkan kointegrasi menentukan jangka panjang. Hasil uji bebas adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Hasil Wald Test

Wald Test			
System: %system			
Test Statistic	Value	Df	Probability
Chi – square	25.00310	3	0.0000

Prob < 5% (0,05)

Sumber : Data diolah menggunakan evIEWS 10

Pada model regresi PVECM terdapat hubungan jangka pendek, seperti yang ditunjukkan oleh hasil uji Wald test pada tabel 4.6. dimana nilai chi square sebesar $0,0000 < \alpha 5\% (0,05)$.

4.4 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga variabel yang diteliti (pertumbuhan ekonomi, FDI, dan luas kawasan hutan) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi CO₂, dalam jangka panjang maupun jangka pendek. Hal ini sejalan dengan penelitian pada (Putri et al., 2022) yang

menghasilkan bahwa variabel pertumbuhan (Growth) sedikit meningkatkan emisi CO₂ dalam jangka panjang dan pendek. variabel jumlah penduduk (POP) sedikit meningkatkan emisi CO₂ dalam jangka pendek, namun dalam jangka panjang justru menurunkannya. variabel keterbukaan ekonomi (KE) selalu meningkatkan emisi CO₂, pada jangka panjang maupun jangka pendek.

Berdasarkan hasil uji kausalitas *granger* yang sudah dilakukan bahwa variabel pertumbuhan ekonomi (GDP per Kapita) memiliki hubungan kausalitas sebab akibat satu arah terhadap emisi CO₂ dengan hal ini dapat dikatakan bahwa emisi CO₂ meningkat beriringan dengan naiknya angka pertumbuhan ekonomi. Untuk variabel FDI (*foreign direct invesment*) memiliki hubungan sebab akibat satu arah dengan emisi CO₂ hal ini serupa dengan penelitian (Mahendra Z et al., 2022) dimana dalam penelitiannya menyebutkan bahwa FDI (*foreign direct invesment*) berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap emisi CO₂ dengan kata lain kegiatan investasi langsung dilakukan 5 negara ASEAN (Indonesia, Malaysia, Phillipines, Thailand dan Vietnam) termasuk dalam kegiatan yang meningkatkan jumlah emisi CO₂. Untuk variabel luas kawasan hutan tidak memiliki hubungan kausalitas terhadap variabel emisi CO₂ dan variabel emisi CO₂ pun tidak memiliki hubungan kausalitas dengan variabel luas kawasan hutan.

Berdasarkan keseluruhan hasil uji panel VECM dan beberapa langkah telah dilakukan menunjukkan bahwa hipotesis EKC (Environmental Kuznet Curve) yang menjelaskan pengaruh pertumbuhan ekonomi, FDI (*foreign direct invesment*), dan luas kawasan hutan terhadap emisi CO₂ membentuk kurva U terbalik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Indonesia, Malaysia, Philippines, Thailand, dan Vietnam, terjadi kenaikan ekonomi dari tahun 1990 hingga 2020 yang beriringan dengan bertambahnya kesadaran akan lingkungan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan ekonomi (GDP per Kapita), *Foreign Direct Investment* (FDI) dan luas kawasan hutan memiliki hubungan jangka pendek terhadap emisi gas rumah kaca CO₂ di lima negara ASEAN (Indonesia, Malaysia, Philippines, Thailand, dan Vietnam). Hal ini juga sama dengan hasil yang didapatkan pada uji ADF terhadap hubungan jangka panjang. Oleh karena itu pertumbuhan ekonomi (GDP per Kapita), *Foreign Direct Investment* (FDI) dan luas kawasan hutan juga memiliki hubungan jangka panjang terhadap emisi gas rumah kaca CO₂ di lima negara ASEAN (Indonesia, Malaysia, Philippines, Thailand, dan Vietnam).

5.2 Implikasi

Beberapa implikasi yang dapat dipertimbangkan oleh pemerintah dan perusahaan, antara lain:

- 5.2.1 Pemerintah dapat mengkaji bahwa perekonomian dapat tetap berjalan dengan baik, tetapi juga harus lebih memperhatikan peningkatan emisi CO₂. Pemerintah harus membuat kebijakan yang lebih tegas untuk menjaga lingkungan dan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang masalah ini.
- 5.2.2 Untuk perusahaan dapat menjadi sebuah peringatan bahwa kegiatan ekonomi seperti investasi juga dapat meningkatkan pemanasan global serta yang utama meningkatkan emisi CO₂ dan hal ini seharusnya memperketat diskusi tentang AMDAL dan meningkatkan pengetahuan tentang dampak jangka pendek dan jangka panjang dari aktivitas ekonomi tersebut terhadap lingkungan sekitar tetapi dengan cara yang tepat.

5.3 Saran

Bagi peneliti selanjutnya dengan topik atau tema yang sama diharapkan untuk dan menggunakan variabel yang belum digunakan pada penelitian ini, serta memperkaya data dari berbagai sumber. Selain itu, peneliti mengharapkan bahwa peneliti berikutnya akan melakukan penelitian dengan kurun waktu yang lebih baru atau lebih baru sehingga hasilnya akan sesuai dengan keadaan dan kondisi tahun sebelumnya.

Peneliti selanjutnya diharapkan untuk melakukan penelitian dengan menggunakan data pendukung berupa data primer agar hasil yang didapatkan dalam penelitiannya bisa lebih mendalam pula.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Abbas Amer, E. A., Ali Meyad, E. M., Meyad, A. M., & Mohsin, A. K. M. (2024). Impacts of renewable and disaggregated non-renewable energy consumption on CO₂ emissions in GCC countries: A STIRPAT model analysis. *Heliyon*, 10(9), e30154. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30154>
- Adeel-Farooq, R. M., Raji, J. O., & Adeleye, B. N. (2021). Economic growth and methane emission: testing the EKC hypothesis in ASEAN economies. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 32(2), 277–289. <https://doi.org/10.1108/MEQ-07-2020-0149>
- Adrian, M. A. (2024). Analisis Pengaruh Aktivitas Ekonomi terhadap Peningkatan Emisi Karbon: Studi Empiris Empat Negara ASEAN. *Jurnal Ekonomi Indonesia*, 12(2), 187–202. <https://doi.org/10.52813/jei.v12i2.379>
- Arista, T. R., & Amar, S. (2019). Analisis Kausalitas Emisi Co₂, Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi, Dan Modal Manusia Di Asean. *Jurnal Kajian Ekonomi Dan Pembangunan*, 1(2), 519. <https://doi.org/10.24036/jkep.v1i2.6262>
- Ayuningtyas, D. P. (2020). Analisis Pertumbuhan Penduduk, Pendapatan, Dan Teknologi Terhadap Peningkatan Emisi Karbondioksida (Co₂) Di Asean (Studi Kasus Indonesia, Thailand, Malaysia, Vietnam, Filipina). *Tesis, Jurusan Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Universitas Brawijaya*.
- C. W. J. Granger. (2013). Upstreamness in the Global Value Chain: Manufacturing and Services. *Journal of International Economics*, 7(2), 1–45. <http://www.ide.go.jp/English/Publish/Download/Jrp/pdf/161.pdf>
<http://pubdocs.worldbank.org/en/953701480958600245/2-BEVERELLI-paper.pdf>
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rdf.2017.01.004>
<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/3751>
<http://www.jst>
- 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/ijcep.7816>

- Fauzi, R. (2017). *Pengaruh Konsumsi Energi, Luas Kawasan Hutan dan Pertumbuhan Ekonomi terhadap Emisi CO di 6 (Enam) Negara Anggota ASEAN : Pendekatan Analisis Data Panel 2 Effects of Energy Consumption, Forest Areas and Economic Growth toward CO emissions in 6 (six) ASEAN Mem. 11*(1), 1–52. <http://data.worldbank.org/>
- Febriyastuti Widyawati, R., Hariani, E., Lopa Ginting, A., & Nainggolan, E. (2021). Volume 3 Issue 1 July 2021 Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Populasi Penduduk Kota, Keterbukaan Perdagangan Internasional Terhadap Emisi Karbon Dioksida (Co 2) Di Negara Asean. *Jambura*, 3(1 july 2021), 37–47.
- Firdaus, I. A. (2017). Pengaruh Pertumbuhan dan Keterbukaan Ekonomi Terhadap Perubahan Kualitas Lingkungan: Analisis Environmental Kuznet Curve (Studi Kasus Negara-Negara Anggota Regional Comprehensive Economic Partnership Tahun 1999-2014). *Jurnal Ilmiah Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Universitas Branijaya*, 4.
- Harris, J. M., & Brian Roach. (2023). Environmental and Natural Resource Economics. *Environmental and Natural Resource Economics*, 1–583. <https://doi.org/10.4324/9781003213734>
- Kostakis, I., Lolos, S., & Sardianou, E. (2017). Foreign direct investment and environmental degradation: Further evidence from Brazil and Singapore. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 8(1), 45–59. [https://doi.org/10.14505/jemt.v8.1\(17\).04](https://doi.org/10.14505/jemt.v8.1(17).04)
- Mankiw, N. G. (2012). *Macroeconomics*. Worth Publishers. <https://books.google.co.id/books?id=tH9ptgAACAAJ>
- Mardani, A., Streimikiene, D., Cavallaro, F., Loganathan, N., & Khoshnoudi, M. (2019). Carbon dioxide (CO₂) emissions and economic growth: A systematic review of two decades of research from 1995 to 2017. *Science of the Total Environment*, 649, 31–49. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.229>
- Nikensari, S. I., Destilawati, S., & Nurjanah, S. (2019). Studi Environmental Kuznets

- Curve Di Asia: Sebelum Dan Setelah Millennium Development Goals. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 27(2), 11–25. <https://doi.org/10.14203/jep.27.2.2019.11-25>
- Patel, N., & Mehta, D. (2023). The asymmetry effect of industrialization, financial development and globalization on CO2 emissions in India. *International Journal of Thermofluids*, 20(June), 100397. <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2023.100397>
- Putri, A. R., Gunarto, T., Emalia, Z., & Murwiati, A. (2022). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Jumlah Penduduk Dan Konsumsi Energi Terhadap Degradasi Lingkungan Di Indonesia. *Suparyanto Dan Rosad (2015)*, 21(3), 12–13.
- Rianti Patriamurti. (2019). 2723-7046-1-Pb (1). *Analisis Pertumbuhan Ekonomi, Pertumbuhan Industri, Pertumbuhan Penduduk, Pengeluaran Konsumsi, Dan Investasi Asing Terhadap Konsumsi Listrik Di Indonesia Tahun 1971-2019*, 3.
- Santi, R., & Sasana, H. (2021). Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Jumlah Penduduk, Foreign Direct Investment (FDI), Energy Use/Consumption dan Krisis Ekonomi terhadap Kualitas Lingkungan Ditinjau dari Tingkat Carbon Footprint di ASEAN 8. *Diponegoro Journal of Economics*, 10(2), 1–11. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jme>
- Widarjono, A. (2013). Ekonometrika pengantar dan aplikasinya. *Yogyakarta: Upp Stim Ykpn*.
- Yusril Izha Mahendra, Marselina, Heru Wahyudi, & Ukhti Ciptawati. (2022). Pengaruh Populasi Penduduk, FDI dan Control of Corruption terhadap Emisi CO2 di 9 Negara ASEAN. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 2(10), 3741–3753. <https://doi.org/10.55927/mudima.v2i10.1462>
- Zulaicha, A. U., Sasana, H., & Septian, Y. (2020). Analisis Determinasi Emisi CO2 di Indonesia Tahun 1990-2018. *Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Sains Dan Tkenologi Universitas Sanata DHarma Yogyakarta*, 2(2), 487–500.

LAMPIRAN

Lampiran I. Data Penelitian

Negara	Tahun	CO2	GDP	FDI	Forest Area
Indonesia	1990	0,81	582,68	1,03	118,55
	1991	0,88	629,16	1,27	116,82
	1992	0,91	678,98	1,39	115,09
	1993	0,97	824,08	1,27	113,37
	1994	1,02	907,47	1,19	111,64
	1995	1,13	1020,15	2,15	109,91
	1996	1,18	1129,09	2,72	108,19
	1997	1,28	1054,35	2,17	106,46
	1998	1,26	459,19	-0,25	104,73
	1999	1,32	663,52	-1,33	103,01
	2000	1,31	770,87	-2,76	101,28
	2001	1,39	739,00	-1,86	101,12
	2002	1,39	888,90	0,07	100,96
	2003	1,50	1052,41	-0,25	100,79
	2004	1,51	1136,76	0,74	100,63
	2005	1,50	1249,40	2,92	100,47
	2006	1,57	1572,80	1,35	100,31
	2007	1,62	1840,33	1,60	100,15
	2008	1,58	2144,39	1,83	99,98
	2009	1,62	2239,10	0,90	99,82
	2010	1,70	3094,44	2,03	99,66
	2011	1,93	3613,80	2,30	98,73
	2012	1,93	3668,21	2,31	97,81
	2013	1,77	3602,89	2,55	96,88
	2014	1,89	3476,62	2,82	95,95
	2015	1,89	3322,58	2,30	95,03
	2016	1,85	3558,82	0,49	94,45
	2017	1,95	3839,79	2,02	93,87
	2018	2,13	3902,66	1,81	93,29
	2019	2,25	4151,23	2,23	92,71
	2020	2,07	3895,62	1,81	92,13
Malaysia	1990	3,12	2513,24	5,30	20,62
	1991	3,61	2727,53	8,14	20,53
	1992	3,63	3193,64	8,76	20,43
	1993	3,83	3511,53	7,48	20,34

	1994	4,07	3802,11	5,83	20,25
	1995	4,29	4405,12	4,71	20,15
	1996	4,77	4874,82	5,04	20,06
	1997	4,99	4706,31	5,14	19,97
	1998	4,85	3308,84	3,00	19,88
	1999	5,12	3538,36	4,92	19,78
	2000	5,42	4087,56	4,04	19,69
	2001	5,50	3941,12	0,60	19,62
	2002	5,65	4177,10	3,17	19,54
	2003	5,82	4454,53	2,92	19,47
	2004	6,23	4924,34	3,51	19,39
	2005	6,44	5536,84	2,73	19,32
	2006	6,55	6137,15	4,73	19,25
	2007	6,99	7144,00	4,69	19,17
	2008	7,32	8343,30	3,28	19,10
	2009	6,43	7167,88	0,06	19,02
	2010	6,96	8880,15	4,27	18,95
	2011	6,94	10209,37	5,07	19,05
	2012	6,93	10601,51	2,83	19,15
	2013	7,40	10727,67	3,49	19,26
	2014	7,72	11045,58	3,14	19,36
	2015	7,60	9699,60	3,27	19,46
	2016	7,35	9555,67	4,47	19,39
	2017	7,04	9979,70	2,94	19,32
	2018	7,45	11073,98	2,31	19,25
	2019	7,46	11132,10	2,51	19,18
	2020	7,38	10164,34	1,20	19,11
Phillippinnes	1990	0,66	820,49	1,05	7,78
	1991	0,64	821,45	1,05	7,73
	1992	0,68	936,15	0,38	7,68
	1993	0,72	938,76	2,00	7,64
	1994	0,76	1081,43	2,17	7,59
	1995	0,89	1222,29	1,75	7,54
	1996	0,94	1334,11	1,60	7,50
	1997	1,02	1294,11	1,30	7,45
	1998	0,99	1000,01	3,07	7,40
	1999	0,94	1123,16	2,14	7,36
	2000	0,92	1073,26	1,78	7,31
	2001	0,88	991,15	0,96	7,26
	2002	0,88	1037,17	2,10	7,22
	2003	0,88	1049,39	0,57	7,17

	2004	0,88	1122,86	0,62	7,12
	2005	0,88	1245,29	1,55	7,07
	2006	0,79	1452,22	2,12	7,03
	2007	0,82	1741,60	1,87	6,98
	2008	0,82	1990,36	0,74	6,93
	2009	0,82	1893,28	1,17	6,89
	2010	0,87	2201,78	0,51	6,84
	2011	0,86	2431,20	0,86	6,87
	2012	0,88	2671,78	1,23	6,91
	2013	0,96	2847,57	1,32	6,94
	2014	1,00	2935,93	1,93	6,98
	2015	1,08	2974,30	1,84	7,01
	2016	1,15	3038,15	2,60	7,05
	2017	1,25	3077,43	3,12	7,08
	2018	1,28	3194,67	2,87	7,12
	2019	1,32	3413,85	2,30	7,15
	2020	1,19	3224,42	1,89	7,19
Thailand	1990	1,59	1545,28	2,86	19,36
	1991	1,72	1751,07	2,05	19,32
	1992	1,88	1957,41	1,90	19,29
	1993	2,14	2230,84	1,40	19,25
	1994	2,35	2502,71	0,93	19,22
	1995	2,63	2848,62	1,22	19,18
	1996	2,92	3039,89	1,28	19,14
	1997	2,98	2462,41	2,59	0,19
	1998	2,60	1841,04	6,43	0,19
	1999	2,71	2028,57	4,82	19,03
	2000	2,68	2004,11	2,66	19,00
	2001	2,81	1889,97	4,21	19,11
	2002	2,97	2091,18	2,49	19,21
	2003	3,02	2350,85	3,44	19,32
	2004	3,27	2647,26	3,39	19,43
	2005	3,37	2876,25	4,34	19,54
	2006	3,39	3343,79	4,02	19,64
	2007	3,47	3934,69	3,28	19,75
	2008	3,47	4327,80	2,94	19,86
	2009	3,32	4154,19	2,28	19,97
	2010	3,53	4996,37	4,32	20,07
	2011	3,48	5396,64	0,67	20,07
	2012	3,71	5748,63	3,24	20,07
	2013	3,80	6041,13	3,79	20,07

	2014	3,74	5822,38	1,22	20,06
	2015	3,82	5708,79	2,22	20,06
	2016	3,79	5854,46	1,84	20,02
	2017	3,77	6436,79	1,82	19,99
	2018	3,72	7124,56	2,71	19,95
	2019	3,85	7628,58	1,01	0,20
	2020	3,71	7001,79	-0,99	19,87
Vietnam	1990	0,29	96,72	2,78	9,38
	1991	0,29	140,63	3,90	9,62
	1992	0,30	141,38	4,80	9,86
	1993	0,34	185,19	7,03	10,10
	1994	0,37	224,64	11,94	10,34
	1995	0,43	281,13	8,59	10,58
	1996	0,47	329,00	9,71	10,82
	1997	0,54	352,93	8,27	11,06
	1998	0,59	352,78	6,14	11,30
	1999	0,59	367,16	4,92	11,54
	2000	0,65	394,58	4,16	11,78
	2001	0,71	409,50	3,98	11,94
	2002	0,82	434,81	3,99	12,10
	2003	0,87	485,45	3,67	12,27
	2004	1,03	551,90	3,54	12,43
	2005	1,11	693,19	3,39	12,59
	2006	1,13	790,59	3,62	12,75
	2007	1,24	913,31	8,65	12,91
	2008	1,37	1158,10	9,66	13,07
	2009	1,53	1225,85	7,17	13,23
	2010	1,73	1684,01	5,43	13,39
	2011	1,77	1953,56	4,30	13,52
	2012	1,74	2190,23	4,28	13,66
	2013	1,82	2367,50	4,16	13,79
	2014	1,98	2558,78	3,94	13,93
	2015	2,19	2595,23	4,93	14,06
	2016	2,38	2760,72	4,90	14,18
	2017	2,44	2992,07	5,01	14,29
	2018	3,01	3267,23	5,00	14,41
	2019	3,57	3491,09	4,82	14,53
	2020	3,68	3586,35	4,56	14,64

Lampiran II. Analisis Deskriptif

Date: 07/30/24 Time: 18:53

Sample: 1990 2020

	CO2	GDP	FDI	FA
Mean	2.566516	3109.791	2.996452	31.79445
Median	1.770000	2502.710	2.660000	19.18000
Maximum	7.720000	11132.10	11.94000	118.5500
Minimum	0.290000	96.72000	-2.760000	0.190000
Std. Dev.	2.034124	2676.344	2.261931	30.75518
Skewness	1.132538	1.405655	0.989308	1.453528
Kurtosis	3.236269	4.486732	4.941131	3.298482
Jarque-Bera	33.49546	65.31854	49.61882	55.15459
Probability	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Sum	397.8100	482017.6	464.4500	4928.140
Sum Sq. Dev.	637.1997	1.10E+09	787.9153	196878.7
Observations	155	155	155	155

Lampiran III. Hasil Uji Unit Root Test

1. LEVEL

A. CO2

a. Individual Intercept

Panel unit root test: Summary
 Series: CO2
 Date: 07/30/24 Time: 18:55
 Sample: 1990 2020
 Exogenous variables: Individual effects
 User-specified lags: 1
 Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel
 Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-0.61039	0.2708	5	145
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	1.02300	0.8468	5	145
ADF - Fisher Chi-square	10.4173	0.4047	5	145
PP - Fisher Chi-square	14.7694	0.1407	5	150

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

b. Individual Intercept and trend

Panel unit root test: Summary
 Series: CO2
 Date: 07/30/24 Time: 18:55
 Sample: 1990 2020
 Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends
 User-specified lags: 1
 Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel
 Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	0.17543	0.5696	5	145
Breitung t-stat	2.18114	0.9854	5	140
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	0.51283	0.6960	5	145
ADF - Fisher Chi-square	12.4548	0.2558	5	145
PP - Fisher Chi-square	9.42167	0.4926	5	150

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

B. GDP

a. Individual Intersept

Panel unit root test: Summary

Series: GDP

Date: 07/30/24 Time: 18:58

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	2.04628	0.9796	5	145
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	3.53688	0.9998	5	145
ADF - Fisher Chi-square	1.14401	0.9997	5	145
PP - Fisher Chi-square	0.76213	1.0000	5	150

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

b. **Individual intercept and trend**

Panel unit root test: Summary

Series: GDP

Date: 07/30/24 Time: 18:59

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-0.25487	0.3994	5	145
Breitung t-stat	2.55744	0.9947	5	140
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	1.11516	0.8676	5	145
ADF - Fisher Chi-square	3.96101	0.9491	5	145
PP - Fisher Chi-square	2.59846	0.9894	5	150

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

C. **FDI**

a. **Individual intercept**

Panel unit root test: Summary

Series: FDI

Date: 07/30/24 Time: 19:01

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-1.36795	0.0857	5	145
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-2.26345	0.0118	5	145
ADF - Fisher Chi-square	19.9550	0.0297	5	145
PP - Fisher Chi-square	24.8436	0.0056	5	150

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

b. Individual intercept and trend

Panel unit root test: Summary

Series: FDI

Date: 07/30/24 Time: 19:02

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-0.03263	0.4870	5	145
Breitung t-stat	-2.14190	0.0161	5	140
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-1.42862	0.0766	5	145
ADF - Fisher Chi-square	15.1994	0.1250	5	145
PP - Fisher Chi-square	20.0891	0.0284	5	150

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

D. FA

a. Individual intercept

Panel unit root test: Summary

Series: FA

Date: 07/30/24 Time: 19:03

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-3.47512	0.0003	5	145
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-2.13223	0.0165	5	145
ADF - Fisher Chi-square	20.8145	0.0224	5	145
PP - Fisher Chi-square	61.2463	0.0000	5	150

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

b. Individual intercept and trend

Panel unit root test: Summary

Series: FA

Date: 07/30/24 Time: 19:04

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-1.60272	0.0545	5	145
Breitung t-stat	3.03861	0.9988	5	140
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	0.04192	0.5167	5	145
ADF - Fisher Chi-square	12.2627	0.2679	5	145
PP - Fisher Chi-square	9.95248	0.4447	5	150

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

2. 1st Difference

A. Co2

a. Individual intercept

Panel unit root test: Summary

Series: D(CO2)

Date: 07/30/24 Time: 18:56

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-3.02147	0.0013	5	140
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-5.24687	0.0000	5	140
ADF - Fisher Chi-square	48.4306	0.0000	5	140
PP - Fisher Chi-square	81.1437	0.0000	5	145

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

b. Individual intercept and trend

Panel unit root test: Summary

Series: D(CO2)

Date: 07/30/24 Time: 18:57

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-2.65307	0.0040	5	140
Breitung t-stat	0.74974	0.7733	5	135
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-5.25196	0.0000	5	140
ADF - Fisher Chi-square	47.6919	0.0000	5	140
PP - Fisher Chi-square	121.317	0.0000	5	145

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

B. GDP

a. Individual intercept

Panel unit root test: Summary

Series: D(GDP)

Date: 07/30/24 Time: 18:59

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-2.74259	0.0030	5	140
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-3.63705	0.0001	5	140
ADF - Fisher Chi-square	32.2644	0.0004	5	140
PP - Fisher Chi-square	47.1805	0.0000	5	145

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

b. Individual intercept and trend

Panel unit root test: Summary

Series: D(GDP)

Date: 07/30/24 Time: 19:00

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-1.71155	0.0435	5	140
Breitung t-stat	-0.34258	0.3660	5	135
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-2.30167	0.0107	5	140
ADF - Fisher Chi-square	20.9813	0.0212	5	140
PP - Fisher Chi-square	35.8332	0.0001	5	145

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

C. FDI

a. Individual intercept

Panel unit root test: Summary

Series: D(FDI)

Date: 07/30/24 Time: 19:02

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-5.99989	0.0000	5	140
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-8.05962	0.0000	5	140
ADF - Fisher Chi-square	74.4582	0.0000	5	140
PP - Fisher Chi-square	123.843	0.0000	5	145

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

b. Individual intercept and trend

Panel unit root test: Summary

Series: D(FDI)

Date: 07/30/24 Time: 19:02

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-4.38298	0.0000	5	140
Breitung t-stat	-4.98462	0.0000	5	135
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-6.79546	0.0000	5	140
ADF - Fisher Chi-square	58.1259	0.0000	5	140
PP - Fisher Chi-square	598.530	0.0000	5	145

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

D. FA

a. Individual intercept

Panel unit root test: Summary

Series: D(FA)

Date: 07/30/24 Time: 19:04

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-0.36729	0.3567	5	140
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-1.46122	0.0720	5	140
ADF - Fisher Chi-square	23.5802	0.0088	5	140
PP - Fisher Chi-square	38.9312	0.0000	5	145

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

b. Individual intercept and trend

Panel unit root test: Summary

Series: D(FA)

Date: 07/30/24 Time: 19:05

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	0.62241	0.7332	5	140
Breitung t-stat	-1.86854	0.0308	5	135
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-1.33533	0.0909	5	140
ADF - Fisher Chi-square	19.4302	0.0351	5	140
PP - Fisher Chi-square	126.058	0.0000	5	145

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

3. 2nd Difference

A. CO2

a. Individual intercept

Panel unit root test: Summary

Series: D(CO2,2)

Date: 07/30/24 Time: 18:57

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-5.00663	0.0000	5	135
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-10.7800	0.0000	5	135
ADF - Fisher Chi-square	100.835	0.0000	5	135
PP - Fisher Chi-square	143.712	0.0000	5	140

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

b. Individual intercept and trend

Panel unit root test: Summary

Series: D(CO2,2)

Date: 07/30/24 Time: 18:58

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-2.46534	0.0068	5	135
Breitung t-stat	1.00936	0.8436	5	130
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-9.49702	0.0000	5	135
ADF - Fisher Chi-square	83.3027	0.0000	5	135
PP - Fisher Chi-square	688.696	0.0000	5	140

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

B. GDP

a. Individual intercept

Panel unit root test: Summary

Series: D(GDP,2)

Date: 07/30/24 Time: 19:01

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-5.43072	0.0000	5	135
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-8.88263	0.0000	5	135
ADF - Fisher Chi-square	82.4452	0.0000	5	135
PP - Fisher Chi-square	142.740	0.0000	5	140

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

b. Individual intercept and trend

Panel unit root test: Summary

Series: D(GDP,2)

Date: 07/30/24 Time: 19:01

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-3.44211	0.0003	5	135
Breitung t-stat	-0.55284	0.2902	5	130
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-7.43167	0.0000	5	135
ADF - Fisher Chi-square	62.7925	0.0000	5	135
PP - Fisher Chi-square	483.480	0.0000	5	140

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

C. FDI

a. Individual intercept

Panel unit root test: Summary

Series: D(FDI,2)

Date: 07/30/24 Time: 19:03

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-10.2204	0.0000	5	135
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-13.1220	0.0000	5	135
ADF - Fisher Chi-square	122.986	0.0000	5	135
PP - Fisher Chi-square	124.700	0.0000	5	140

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

b. Individual intercept and trend

Panel unit root test: Summary

Series: D(FDI,2)

Date: 07/30/24 Time: 19:03

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-7.66431	0.0000	5	135
Breitung t-stat	-9.27292	0.0000	5	130
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-11.8972	0.0000	5	135
ADF - Fisher Chi-square	107.207	0.0000	5	135
PP - Fisher Chi-square	884.858	0.0000	5	140

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

D. FA

a. Individual intercept

Panel unit root test: Summary

Series: D(FA,2)

Date: 07/30/24 Time: 19:05

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-4.55900	0.0000	5	135
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-6.97548	0.0000	5	135
ADF - Fisher Chi-square	63.0896	0.0000	5	135
PP - Fisher Chi-square	110.320	0.0000	5	140

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

b. Individual intercept and trend

Panel unit root test: Summary

Series: D(FA,2)

Date: 07/30/24 Time: 19:05

Sample: 1990 2020

Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross- sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-2.87030	0.0021	5	135
Breitung t-stat	-3.25157	0.0006	5	130
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-5.57810	0.0000	5	135
ADF - Fisher Chi-square	46.9841	0.0000	5	135
PP - Fisher Chi-square	325.903	0.0000	5	140

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Lampiran IV. Hasil Uji Kointegrasi Kao Test

Kao Residual Cointegration Test
Series: D(CO2,2) D(GDP,2) D(FDI,2) D(FA,2)
Date: 07/30/24 Time: 19:08
Sample: 1990 2020
Included observations: 155
Null Hypothesis: No cointegration
Trend assumption: No deterministic trend
User-specified lag length: 1
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

	t-Statistic	Prob.
ADF	-4.251875	0.0000
Residual variance	0.072143	
HAC variance	0.009566	

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(RESID)
Method: Least Squares
Date: 07/30/24 Time: 19:08
Sample (adjusted): 1994 2020
Included observations: 135 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID(-1)	-1.757001	0.140726	-12.48528	0.0000
D(RESID(-1))	0.310749	0.084086	3.695599	0.0003
R-squared	0.683755	Mean dependent var		-0.004047
Adjusted R-squared	0.681378	S.D. dependent var		0.268231
S.E. of regression	0.151407	Akaike info criterion		-0.922981
Sum squared resid	3.048920	Schwarz criterion		-0.879940
Log likelihood	64.30120	Hannan-Quinn criter.		-0.905490
Durbin-Watson stat	1.974870			

Lampiran V. Hasil Granger Causality Test

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 07/30/24 Time: 19:09

Sample: 1990 2020

Lags: 5

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
D(GDP,2) does not Granger Cause D(CO2,2)	120	2.62238	0.0280
D(CO2,2) does not Granger Cause D(GDP,2)		10.4435	3.E-08
D(FDI,2) does not Granger Cause D(CO2,2)	120	0.57235	0.0210
D(CO2,2) does not Granger Cause D(FDI,2)		2.61061	0.7286
D(FA,2) does not Granger Cause D(CO2,2)	120	1.34490	0.2510
D(CO2,2) does not Granger Cause D(FA,2)		1.26172	0.2857
D(FDI,2) does not Granger Cause D(GDP,2)	120	0.10920	0.9901
D(GDP,2) does not Granger Cause D(FDI,2)		3.16611	0.0104
D(FA,2) does not Granger Cause D(GDP,2)	120	0.98752	0.4288
D(GDP,2) does not Granger Cause D(FA,2)		0.35520	0.8779
D(FA,2) does not Granger Cause D(FDI,2)	120	1.01020	0.4153
D(FDI,2) does not Granger Cause D(FA,2)		0.83295	0.5290

Lampiran VI. Hasil Panel VECM

Vector Error Correction Estimates

Date: 07/30/24 Time: 19:11

Sample (adjusted): 1998 2020

Included observations: 115 after adjustments

Standard errors in () & t-statistics in []

Cointegrating Eq:	CointEq1			
D(CO2(-1),2)	1.000000			
D(GDP(-1),2)	0.000267 (0.00014) [1.93936]			
D(FDI(-1),2)	-0.143427 (0.03501) [-4.09663]			
D(FA(-1),2)	0.168386 (0.02227) [7.56213]			
C	0.022227			
Error Correction:	D(CO2,3)	D(GDP,3)	D(FDI,3)	D(FA,3)
CointEq1	-0.038468 (0.23035) [-0.16700]	79.58730 (471.217) [0.16890]	6.565279 (1.83598) [3.57591]	-29.86203 (3.56456) [-8.37747]
D(CO2(-1),3)	-1.387177 (0.26688) [-5.19775]	-1316.797 (545.938) [-2.41199]	-9.094093 (2.12711) [-4.27534]	28.76832 (4.12980) [6.96604]
D(CO2(-2),3)	-1.897948 (0.28960) [-6.55375]	-2881.223 (592.408) [-4.86358]	-10.42128 (2.30817) [-4.51496]	24.87661 (4.48133) [5.55117]
D(CO2(-3),3)	-1.429734 (0.33977) [-4.20789]	-2839.014 (695.053) [-4.08460]	-9.421252 (2.70809) [-3.47892]	14.95078 (5.25779) [2.84355]
D(CO2(-4),3)	-0.806770 (0.29785) [-2.70862]	-1574.741 (609.297) [-2.58452]	-5.675733 (2.37397) [-2.39082]	4.827337 (4.60908) [1.04735]
D(CO2(-5),3)	-0.398549 (0.16670) [-2.39082]	-875.2022 (341.006) [-2.56653]	-3.272501 (1.32864) [-2.46304]	0.207360 (2.57957) [0.08039]

D(GDP(-1),3)	-8.17E-06 (8.1E-05) [-0.10096]	-1.035154 (0.16562) [-6.25015]	-0.002026 (0.00065) [-3.13954]	0.006113 (0.00125) [4.87914]
D(GDP(-2),3)	0.000245 (9.4E-05) [2.60177]	-0.729755 (0.19299) [-3.78122]	-0.001248 (0.00075) [-1.65967]	0.002742 (0.00146) [1.87823]
D(GDP(-3),3)	0.000260 (8.9E-05) [2.91991]	-0.458178 (0.18243) [-2.51151]	9.35E-05 (0.00071) [0.13154]	0.001865 (0.00138) [1.35141]
D(GDP(-4),3)	0.000251 (8.0E-05) [3.14490]	-0.264340 (0.16325) [-1.61923]	8.96E-05 (0.00064) [0.14090]	0.001680 (0.00123) [1.36039]
D(GDP(-5),3)	0.000199 (6.0E-05) [3.30869]	-0.100638 (0.12291) [-0.81879]	0.000602 (0.00048) [1.25669]	0.000695 (0.00093) [0.74765]
D(FDI(-1),3)	-0.009918 (0.03187) [-0.31121]	-13.36036 (65.1945) [-0.20493]	-0.459717 (0.25401) [-1.80981]	-4.128331 (0.49317) [-8.37102]
D(FDI(-2),3)	-0.003327 (0.03023) [-0.11007]	-31.49039 (61.8297) [-0.50931]	-0.627658 (0.24090) [-2.60544]	-3.406179 (0.46772) [-7.28258]
D(FDI(-3),3)	-0.003276 (0.02692) [-0.12168]	-50.89713 (55.0764) [-0.92412]	-0.526665 (0.21459) [-2.45427]	-2.492075 (0.41663) [-5.98150]
D(FDI(-4),3)	0.012083 (0.02046) [0.59059]	-39.72704 (41.8515) [-0.94924]	-0.308108 (0.16306) [-1.88950]	-1.630424 (0.31659) [-5.14996]
D(FDI(-5),3)	0.004517 (0.01159) [0.38952]	-18.35821 (23.7190) [-0.77399]	-0.041560 (0.09241) [-0.44971]	-0.570909 (0.17942) [-3.18189]
D(FA(-1),3)	0.019912 (0.03530) [0.56406]	6.002437 (72.2144) [0.08312]	-1.115867 (0.28136) [-3.96591]	2.919138 (0.54627) [5.34374]
D(FA(-2),3)	0.016260 (0.02969) [0.54760]	2.461522 (60.7417) [0.04052]	-0.850355 (0.23666) [-3.59308]	1.644960 (0.45949) [3.58000]
D(FA(-3),3)	0.030184 (0.02232) [1.35224]	34.01439 (45.6608) [0.74494]	-0.643639 (0.17791) [-3.61787]	0.795998 (0.34540) [2.30454]
D(FA(-4),3)	0.013253 (0.01368) [0.96887]	23.85462 (27.9815) [0.85251]	-0.347861 (0.10902) [-3.19072]	0.150673 (0.21167) [0.71183]
D(FA(-5),3)	0.015569	28.52197	-0.137817	-0.019653

	(0.00761) [2.04487]	(15.5752) [1.83125]	(0.06068) [-2.27103]	(0.11782) [-0.16680]
C	-0.001170 (0.02052) [-0.05704]	4.293491 (41.9721) [0.10229]	-0.162785 (0.16353) [-0.99542]	0.812626 (0.31750) [2.55944]
R-squared	0.810644	0.810290	0.835052	0.858250
Adj. R-squared	0.767886	0.767452	0.797805	0.826242
Sum sq. resids	4.190102	17533887	266.1767	1003.342
S.E. equation	0.212261	434.2078	1.691779	3.284604
F-statistic	18.95896	18.91533	22.41965	26.81354
Log likelihood	27.27397	-849.4240	-211.4336	-287.7321
Akaike AIC	-0.091721	15.15520	4.059714	5.386645
Schwarz SC	0.433396	15.68032	4.584832	5.911763
Mean dependent	-0.007826	-12.44939	0.002087	0.507391
S.D. dependent	0.440575	900.4126	3.762344	7.879714
Determinant resid covariance (dof adj.)		127724.6		
Determinant resid covariance		54627.96		
Log likelihood		-1279.939		
Akaike information criterion		23.85981		
Schwarz criterion		26.05576		
Number of coefficients		92		

Lampiran VII. Hasil Wald Test

Wald Test:

System: {%system}

Test Statistic	Value	df	Probability
Chi-square	25.00310	3	0.0000

Null Hypothesis: C(4)=C(5)=C(6)=C(7)

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(4) - C(7)	-1.429726	0.339735
C(5) - C(7)	-0.806762	0.297818
C(6) - C(7)	-0.398541	0.166682

Restrictions are linear in coefficients.