

Pengaruh Konsumsi Energi, PMA, PMDN, dan Populasi Terhadap Emisi Karbondioksida di Indonesia

Dhinia Octa Alvia, Anas Malik, Mia Selvina

Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung,
Lampung

Diterima: 18 Juni 2025 | Revisi: 15 Agustus 2025 | Disetujui: 15 Agustus 2025 | Diterbitkan: 19 Agustus 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara konsumsi energi, PMA, PMDN dan populasi penduduk terhadap emisi karbondioksida di Indonesia dalam jangka pendek maupun jangka panjang dengan periode penelitian dari tahun 2000-2023. Pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersumber dari World Bank, Badan Pusat Statistik (BPS), Dan Our World In Data dengan metode analisis Vector Error Correction Model (VECM). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dalam jangka pendek variabel konsumsi energi, PMA, PMDN dan populasi penduduk tidak berpengaruh signifikan terhadap emisi karbondioksida. Dalam jangka panjang seluruh variabel berpengaruh positif signifikan terhadap emisi karbondioksida di Indonesia.

Kata Kunci: Konsumsi Energi, Investasi, Populasi, Emisi

The Impact of Energy Consumption, FDI, Domestic Investment, and Population on Carbon Dioxide Emissions in Indonesia

ABSTRACT

This study aims to analyze the relationship between energy consumption, foreign direct investment (FDI), domestic investment (PMDN), and population on carbon dioxide emissions in Indonesia in both the short and long term, covering the period from 2000 to 2023. The research utilizes secondary data sourced from the World Bank, Badan Pusat Statistik (BPS), and Our World In Data. The analysis method employed is the Vector Error Correction Model (VECM). The results indicate that in the short term, the variables of energy consumption, FDI, domestic investment, and population do not have a significant effect on carbon dioxide emissions. However, in the long term, all these variables have a positive and significant impact on carbon dioxide emissions in Indonesia.

Keywords: Energy Consumption, Investment, Population, Emissions

How to Cite:

Alvia, D. O., Malik, A., & Selvina, M. (2025). Pengaruh Konsumsi Energi, PMA, PMDN, dan Populasi Terhadap Emisi Karbondioksida di Indonesia. *JDEP (Jurnal Dinamika Ekonomi Pembangunan)*. 8(2). 188-204

*Corresponding Author:

Email : diniaoctaalfia@gmail.com

Alamat : Jl. Letnan Kolonel H. Endro Suratmin,
Sukarame, Lampung



This article is published under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

PENDAHULUAN

Pemanasan global telah menjadi isu globalisasi dalam beberapa tahun terakhir. Terjadinya hal tersebut dapat menurunkan kualitas lingkungan yang dapat disebabkan dari berbagai kegiatan manusia yang tidak bertanggung jawab terhadap lingkungan. Sehingga terjadinya perubahan iklim dan peningkatan gas rumah kaca, yang berakibat terjadinya pemanasan global (Setyo et al., 2024). Negara-negara di seluruh dunia, termasuk Indonesia, telah menetapkan serangkaian tujuan untuk mencapai pembangunan berkelanjutan, yang dikenal sebagai *Sustainable Development Goals* (SDGs), yang menekankan keseimbangan antara tiga dimensi ekonomi, masyarakat, dan lingkungan. Sebagai negara berkembang, ekonomi Indonesia mengalami pertumbuhan dapat dilihat dari peningkatan PDB, tapi jika dilihat dari sisi lingkungan, Indonesia termasuk negara dengan penghasil emisi CO₂ yang tinggi (Ningrum et al., 2024). Emisi karbondioksida (CO₂) merupakan salah satu faktor utama yang dapat menimbulkan pemanasan global. Kegiatan manusia seperti dalam bidang ekonomi, industri dan juga deforestasi erat kaitannya dengan peningkatan produksi emisi karbondioksida (Zulaicha et al., 2020).

Menurut *Carbon Dioxide Information Analysis Center*, pada tahun 1960 hingga 2020 emisi karbondioksida di dunia selalu terdapat peningkatan. Peningkatan emisi CO₂ dapat disebabkan dari kegiatan manusia yang terus bertambah, dikarenakan adanya pertumbuhan ekonomi yang mendorong perkembangan industri dan tingkat konsumsi suatu negara. Sumbangan utama manusia terhadap jumlah emisi karbondioksida berasal dari pembakaran bahan bakar fosil yaitu seperti minyak bumi, batu bara, dan gas bumi. Akibatnya menimbulkan peningkatan suhu dipermukaan bumi sehingga hutan dan ekosistem lainnya terganggu, dan menyebabkan kemampuannya dalam menyerap emisi CO₂ berkurang (Putri et al., 2022).

The Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC) menyatakan pemanasan global adalah masalah lingkungan yang sedang dihadapi oleh berbagai negara di dunia termasuk Indonesia (Rizki & Anggraeni, 2022). Menurut *World Resource Institute* Indonesia, pada tahun 2020 Indonesia berada pada urutan ke-8 sebagai negara penghasil emisi CO₂ terbesar di dunia (Putri et al., 2022). Adanya pemanasan global menjadi penyebab berbagai bencana ekologis seperti meningkatnya permukaan air laut, kekeringan, pencairan es kutub dan curah hujan yang ekstrem (Lesmana et al., 2024). Hasil dari survei yang dilakukan oleh Ramdhan et al. (2019), Pulau Tala, Pulau Ubi, Pulau Nirwana/Nyamuk Besar, Pulau Nusi dan Pulau Dapur merupakan pulau yang ada di Teluk Jakarta yang merupakan pulau yang tenggelam akibat dari penurunan muka air tanah dan kenaikan permukaan air laut.

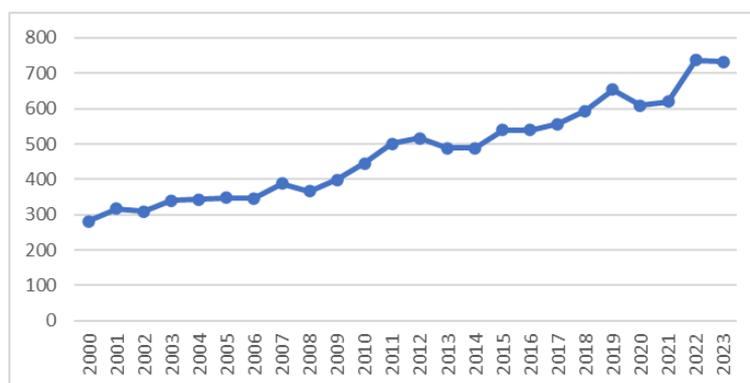
Salah satu upaya untuk mendorong pembangunan dan pertumbuhan ekonomi yaitu dengan melakukan industrialisasi. Bagi beberapa negara, terutama negara-negara berkembang seperti Indonesia, industrialisasi menjadi primadona dalam upaya pembangunan dan perbaikan kondisi ekonomi negara. Industrialisasi di Indonesia sudah diterapkan sejak tahun 1969. pada tahun 1990-an Bank Dunia mengelompokkan Indonesia sebagai salah satu Negara Industri Baru (*Newly Industrializing Economies*) di Asia Timur bersamaan dengan Malaysia dan Thailand. Industrialisasi yang diterapkan

di Indonesia pada akhirnya berhasil menyebabkan terjadinya transformasi struktural. Meski demikian, pertumbuhan ekonomi dan kegiatan industrialisasi tidak dapat lepas dari isu kelestarian lingkungan (Pratama, 2022).

Indonesia saat ini masih bergantung pada konsumsi energi fosil seperti batu bara, gas alam, serta minyak bumi. Akan timbul dampak negatif dari ketergantungan Indonesia pada bahan bakar fosil termasuk terhadap lingkungan seperti meningkatnya emisi CO₂, pencemaran udara (Zulaicha et al., 2020). Sejak tahun 1990 emisi meningkat secara signifikan, dari sektor industri berkontribusi sebesar 37% terhadap total emisi, lalu sektor transportasi dan pembangkit listrik masing-masing menyumbang 27%. Deforestasi dan alih fungsi lahan juga berkontribusi terhadap emisi CO₂. Sejak tahun 2013-2022, Indonesia menghasilkan rata-rata 930 juta ton pertahun dari penggunaan alih fungsi lahan, menjadikan penghasil emisi terbesar kedua di dunia pada sektor ini (Madyan, 2024).

Menurut hasil penelitian oleh Heriqbaldi (2023), menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi menyebabkan emisi CO₂ lebih tinggi, karena ketergantungan pada bahan bakar fosil untuk mendukung aktivitas industri dan transportasi. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat bahwa konsumsi bahan bakar fosil di Indonesia tahun 2015 hanya sebesar 68,67% kemudian tahun 2020 meningkat menjadi 72,25%. Kegiatan ekonomi memang tidak lepas dari penggunaan energi, akan tetapi penggunaan energi yang tidak terbarukan secara tidak wajar akan berakibat yang buruk pada degradasi lingkungan (Mahida, 2022).

Berkembangnya pertumbuhan ekonomi memiliki dua sisi berbeda, di satu sisi pertumbuhan ekonomi yang meningkat akan menyerap banyak tenaga kerja lalu dapat mengoptimalkan input produksi sehingga mendapatkan pendapatan yang lebih tinggi. Namun dalam penelitian Arif & Hardimanto (2023) pakar ekonomi menjelaskan bahwa kegiatan ekonomi akan menimbulkan efek negatif untuk lingkungan, karena dapat menyebabkan degradasi lingkungan dan ketergantungan pada sumber daya alam (Putri et al., 2025). Oleh karena itu diperlukan pembangunan yang bergantung pada infrastruktur yang baik (Kusuma et al., 2024).



Gambar 1. Emisi Karbondioksida Indonesia

Sumber: *Our World In Data*

Berdasarkan gambar 1 menunjukkan bahwa emisi karbondioksida Indonesia dari tahun 2000-2023 mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, dilihat dari pergerakan grafik di atas pada tahun 2000 emisi karbon di Indonesia sebesar 281.33 juta ton. Kemudian mengalami fluktuasi di setiap tahunnya hingga pada tahun 2023 mencapai angka 733.22 juta ton. Hal tersebut menunjukkan bahwa kualitas lingkungan di Indonesia semakin menurun. Emisi CO₂ telah mengalami peningkatan yang drastis sejak periode 90-an hingga tahun 2015 dan arah peningkatannya diprediksi terus meningkat sampai tahun 2030 (Dinilhaq et al., 2024). Peningkatan atau penurunan emisi karbondioksida tidak lepas dari sisa pembuangan aktivitas industri (melalui cerobong asap), meluasnya kasus deforestasi, pertumbuhan ekonomi, bertambahnya jumlah penduduk dan juga meningkatnya penggunaan energi oleh masyarakat (Putri et al., 2025). Penggunaan teknologi dapat menjadi solusi untuk menciptakan model pembangunan ekonomi yang tidak hanya mendorong pertumbuhan, namun juga memperhatikan prinsip keberlanjutan (Wiradinata & Malik, 2024).

Faktor penting lain yang juga berkontribusi terhadap peningkatan emisi CO₂ adalah investasi, yaitu investasi asing langsung atau penanaman modal asing (PMA) dan penanaman modal dalam negeri (Rizki et al., 2022). PMA memainkan peran penting dalam pertumbuhan ekonomi di Indonesia, tapi dampaknya terhadap emisi CO₂ telah menjadi perhatian yang semakin meningkat. PMA adalah salah satu bentuk investasi yang dapat meningkatkan produktivitas barang dan jasa. Salah satunya yaitu transfer teknologi yang di implementasikan dalam suatu negara dapat menciptakan efisiensi, menghemat waktu dan biaya dalam produksi, meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi, maka dapat meningkatkan pendapatan dan memicu pertumbuhan ekonomi, tetapi dari proses tersebut jika masih menggunakan bahan bakar fosil maka dapat menambah meningkatkan emisi CO₂ (Lesmana et al., 2024).

Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN) merupakan kegiatan penanaman modal yang dilakukan oleh investor dalam negeri di Indonesia. Investasi ini dapat mencakup berbagai sektor ekonomi, termasuk industri, pertambangan, energi, transportasi, dan infrastruktur, yang dapat menyebabkan peningkatan emisi karbon akibat penggunaan bahan bakar fosil yang berkelanjutan. PMDN seringkali mendorong pertumbuhan sektor industri yang padat energi. Misalnya, investasi di sektor manufaktur, kimia, atau pembangkit listrik tenaga batu bara dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar fosil. Investasi di sektor energi, baik domestik maupun asing, juga berpotensi memperkuat infrastruktur energi yang bergantung pada bahan bakar fosil. Meskipun pengembangan energi terbarukan semakin meningkat, Indonesia masih sangat bergantung pada batu bara sebagai sumber energi utamanya. Investasi PMDN pada pembangkit listrik tenaga batu bara dapat memperpanjang umur infrastruktur ini, yang pada gilirannya dapat menghambat transisi menuju energi bersih dan memperburuk emisi karbon. Investasi PMDN juga dapat berdampak pada pengelolaan sumber daya alam, termasuk hutan dan lahan (Sari et al., 2024).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Putri et al. (2022) menunjukkan dan menyatakan bahwa konsumsi energi dalam jangka pendek memiliki pengaruh positif

dan signifikan terhadap emisi karbon dioksida. Energi merupakan input utama dalam menjalankan perekonomian. Namun penggunaan energi yang berlebihan khususnya energi fosil dapat mengancam kelestarian lingkungan. Hal ini berbeda pandangan dengan hasil penelitian Sari & Karimi (2023) yang menyatakan bahwa konsumsi energi berpengaruh negatif terhadap degradasi lingkungan di Indonesia. Menurutnya jika konsumsi energi yang digunakan semakin tinggi maka degradasi lingkungan dalam bentuk emisi CO₂ akan relatif menurun, hal itu karena pemerintah menerapkan aturan yang ketat dan tegas dalam pengelolaan emisi CO₂.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Karimi et al. (2022) menyatakan bahwa *Foreign Direct Investment* (FDI) berpengaruh secara positif dan signifikan dalam meningkatkan emisi CO₂. Hal ini karena FDI dapat membawa pengaruh buruk terhadap lingkungan, seperti terjadinya eksploitasi sumber daya yang dapat merusak ekosistem, pencemaran lingkungan udara, air dan tanah jika pengelolaannya tidak diperhatikan dengan baik (Prasetyawati, 2019). Hasil tersebut berbeda dengan hasil penelitian Rizki et al. (2022) yang menunjukkan bahwa ada pengaruh yang negatif dan signifikan antar FDI terhadap emisi karbon di Indonesia.

Adanya perbedaan dari hasil penelitian-penelitian terdahulu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsumsi energi, PMA, PMDN, dan populasi terhadap emisi karbondioksida di Indonesia. Berdasarkan tujuan, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- H1: Konsumsi energi berpengaruh signifikan terhadap emisi karbondioksida di Indonesia dalam jangka pendek dan panjang.
- H2: PMA berpengaruh signifikan terhadap emisi karbondioksida di Indonesia dalam jangka pendek dan panjang.
- H3: PMDN berpengaruh signifikan terhadap emisi karbondioksida di Indonesia dalam jangka pendek dan panjang.
- H4: Populasi penduduk berpengaruh signifikan terhadap emisi karbondioksida di Indonesia dalam jangka pendek dan panjang.

METODE PENELITIAN

1. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh antara variabel-variabel yang diteliti secara objektif dan sistematis. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder berupa data deret waktu (*time series*) dari tahun 2000-2023 di Indonesia. Data yang digunakan merupakan data emisi karbondioksida dan konsumsi energi yang bersumber dari *Our World In Data*, PMA dan PMDN bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS), dan data populasi penduduk bersumber dari *World Bank*. Data dalam penelitian ini diolah menggunakan *software* analisis e-views 10.

2. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *Vector Error Correction Model* (VECM). VECM digunakan untuk menganalisis hubungan jangka panjang dan jangka pendek antar variabel yang memiliki keterkaitan kointegrasi.

a. Uji stationeritas data

Uji ini merupakan pengujian dengan akar unit (*unit root test*) bertujuan untuk mengetahui terpenuhi atau tidaknya tingkat stasioneritas suatu variabel. Pada penelitian ini menggunakan *Augmented Dickey Fuller* (ADF) itu merupakan salah satu cara untuk menguji ke stasioneritasan data (Holifah & Laut, 2022).

b. Uji Panjang lag optimal

Uji lag optimal merupakan tahapan yang penting dalam pemodelan menggunakan VAR atau VECM. Penentuan jumlah *lag* yang akan digunakan dapat ditentukan berdasarkan kriteria *Akaike Information Criterion* (AIC), *Hannan Quinnon* (HQ) Ataupun *Schwarz Information Criterion* (SC). Berdasarkan perhitungan dari masing-masing kriteria, *lag* optimal ditandai dengan adanya tanda bintang (*) (Basuki & Prawoto, 2016).

c. Uji stabilitas model VAR

Hasil dari estimasi sistem persamaan VAR yang telah terbentuk perlu diuji stabilitasnya dengan *VAR stability condition check* berupa *roots of characteristic polynomial* terhadap semua variabel yang digunakan, dikatakan stabil jika seluruh roots-nya memiliki modulus < 1 (Podi et al., 2020).

d. Uji kausalitas granger

Analisis kausalitas menggunakan *Granger Causality Test* yang berguna untuk melihat hubungan antar variabel berdasarkan data *time series* dalam estimasi model.

e. Uji kointegrasi

Uji kointegrasi ini dilakukan untuk mengetahui keberadaan hubungan antar variabel, khususnya dalam jangka panjang. Metode yang dapat digunakan dalam menguji keberadaan kointegrasi adalah dengan metode *johansen cointegration*.

f. Model empiris VAR/VECM

Setelah mengetahui adanya kointegrasi maka uji selanjutnya dilakukan dengan menggunakan metode *error correction*. Namun bila tidak ditemui fenomena kointegrasi, maka pengujian dilanjutkan dengan menggunakan variabel *first difference*.

g. Analisis *Impulse Response Function*

Analisis IRF akan menjelaskan akibat dari guncangan (*shock*) tidak hanya dalam waktu pendek tapi dapat menganalisis untuk beberapa horizon kedepan untuk informasi jangka panjang. Pada analisis ini dapat melihat respon dinamika jangka panjang setiap variabel apabila ada *shock* tertentu sebesar satu standar error pada setiap persamaan (Basuki & Prawoto, 2016).

h. Analisis *Variance Decomposition*

Forecast error variance decomposition (FEVD) atau disebut dekomposisi merupakan metode lain untuk menggambarkan sistem dinamis yang terdapat dalam VAR. Hal tersebut digunakan dalam menyusun perkiraan *error variance* pada variabel, yaitu

seberapa besar perbedaan antara *variance* sebelum dan sesudah *shock*, baik *shock* yang bersumber dari diri sendiri maupun *shock* dari variabel yang lain (Podi et al., 2020)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Uji Stasioneritas Data

Table 1
Hasil Uji Stasioner Tingkat *Second Difference*

Variabel	Nilai ADF	Nilai Kritis MacKinnon 5%	Probabilitas	Keterangan
Emisi	-5.798670	-3.029970	0.0002	Stationer
Konsumsi Energi	-8.488072	-3.020686	0.0000	Stationer
PMA	-8.148122	-3.012363	0.0000	Stationer
PMDN	-5.565738	-3.052169	0.0004	Stationer
Jumlah Penduduk	-7.640169	-3.012363	0.0000	Stationer

Sumber: Olah data eviews 10

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan bahwa data stasioner pada tingkat *second different*. Keadaan tersebut dapat disimpulkan karena pada tingkat *second different* seluruh variabel memiliki nilai ADF > nilai MacKinnon 5% dan prob. < 0.05 sehingga dapat dikatakan bahwa seluruh variabel dinyatakan telah stasioner.

2. Uji Lag Optimal

Table 2
Hasil Uji Lag Optimal

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-517.3236	NA	2.88e+14	47.48396	47.73129	47.54237
1	-487.8383	42.88766*	2.06e+14*	47.07621*	48.56399*	47.42669*

Sumber: Olah Data Eviews 10

Hasil output pada tabel 2 menunjukkan bahwa *lag* optimal dalam penelitian ini didasarkan pada nilai AIC yang terkecil dan memiliki tanda (*) yang paling banyak. Maka oleh itu *lag* yang digunakan yaitu *lag* 1.

3. Uji Stabilitas Model

Table 3
Hasil Uji Stabilitas Model

Root	Modulus
0.883477	0.883477
-0.196279 - 0.341170i	0.393601
-0.196279 + 0.341170i	0.393601

-0.189181	0.189181
-0.121127	0.121127

Sumber: Olah Data Eviews 10

Berdasarkan hasil output tabel 3, semua modulus memiliki nilai absolut < 1 yang artinya model sudah stabil. Jika hasil stabilitas model VAR sudah stabil maka dapat dilanjutkan analisis *impulse response function* (IRF) dan *Forecast Error Variance Decomposition* (FEVD).

4. Uji Kointegrasi

Table 4
Hasil Uji kointegrasi

Hypothesized No. of CE (s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prop.**
None *	0.907506	98.59219	69.81889	0.0001
At most 1*	0.720408	48.59943	47.85613	0.0425
At most 2	0.502696	21.83655	29.79707	0.3077
At most 3	0.248802	7.166936	15.49471	0.5583
At most 4	0.053701	1.159130	3.841466	0.2816

Sumber: Olah Data Eviews 10

Berdasarkan hasil output tabel 4, menunjukkan bahwa nilai *trace statistic* pada none lebih besar dari nilai *critical value* 5% yaitu $98.59219 > 69.81889$, hal ini berarti model memiliki kointegrasi. Kemudian karena terdapat kointegrasi antar variabel maka model estimasi yang digunakan adalah *vector error correction model* (VECM).

5. Uji Kausalitas

Table 5
Hasil Uji Kausalitas

Null Hypothesis	Obs	F-Statistic	Prob.
KONSUMSI does not Granger Cause EMISI	22	0.21704	0.6466
EMISI does not Granger Cause KONSUMSI		0.54796	0.4682
PMA does not Granger Cause EMISI	22	0.50790	0.4847
EMISI does not Granger Cause PMA		0.33559	0.5692
PMDN does not Granger Cause EMISI	22	0.14297	0.7095
EMISI does not Granger Cause PMDN		0.12294	0.7297
JP does not Granger Cause EMISI	22	0.37612	0.5470
EMISI does not Granger Cause JP		0.65403	0.4287

Sumber: Olah Data Eviews 10

Variabel Konsumsi energi secara statistik tidak signifikan mempengaruhi emisi karbondioksida dan begitu juga sebaliknya, variabel emisi secara statistik tidak mempengaruhi variabel konsumsi yang dibuktikan dengan nilai prob masing-masing

lebih besar dari 0.05 yaitu 0.64 dan 0.46, artinya tidak terjadi hubungan kausalitas dua arah untuk variabel konsumsi energi dan emisi karbondioksida. Untuk variabel PMA, PMDN dan Jumlah Populasi Penduduk juga tidak memiliki hubungan kausalitas dua arah terhadap emisi karbondioksida, dapat dilihat dari hasil output bahwa nilai prob. > dari 0.05.

6. Uji Estimasi VECM

Table 6
Hasil Uji VECM Jangka Pendek

Variabel	Koefisien	T-Statistik	T-Tabel	Keterangan
D(KONSUMSI(-1))	10522.25	0.69563	2.09302	Tidak Signifikan
D(PMA(-1))	235.4373	0.88519	2.09302	Tidak signifikan
D(PMDN(-1))	2.066713	0.04521	2.09302	Tidak signifikan
D(JP(-1))	1.995487	1.03221	2.09302	Tidak signifikan

Sumber: Olah Data Eviews 10

Hasil output vecm jangka pendek pada tabel 6 menunjukkan bahwa dalam jangka pendek variabel konsumsi energi, PMA, PMDN dan jumlah penduduk tidak berpengaruh secara signifikan terhadap emisi karbondioksida karena nilai t-statistik < dari nilai t-tabel.

Table 7
Hasil Uji VECM Jangka Panjang

Variabel	Koefisien	T Statistic	T Tabel	Keterangan
KONSUMSI(-1)	88662.27	4.34817	2.09302	Signifikan
PMA(-1)	2306.627	2.68201	2.09302	Signifikan
PMDN(-1)	125.7158	2.68594	2.09302	Signifikan
JP(-1)	62.85952	5.07611	2.09302	Signifikan

Sumber: Olah Data Eviews 10

Berdasarkan tabel 7 dalam jangka panjang, variabel konsumsi berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbondioksida yang dapat dilihat dari nilai t-statistik > dari nilai t-tabel yaitu 4.34817 > 2.09302 untuk variabel PMA berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbon dioksida karena nilai t-statistik > dari nilai t-tabel yaitu 2.68201 > 2.09302. variabel PMDN juga berpengaruh positif signifikan terhadap emisi karbondioksida dengan nilai t-statistik > nilai t-tabel yaitu 2.68594 > 2.09302. untuk variabel jumlah penduduk juga memiliki pengaruh positif signifikan terhadap variabel emisi karbondioksida dengan karena nilai t-statistik > dari nilai t-tabel yaitu 5.07611 > 2.09302.

7. Uji Impulse Response function

Table 8
Hasil Uji IRF

Response of Emisi					
Period	Emisi	Konsumsi	PMA	PMDN	JP
1.	4015.695	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	3865.071	252.6688	-727.0764	-27.27779	687.1064
3	3947.095	229.9256	-368.9271	363.0596	1480.873
4	4568.685	616.5383	410.8152	1123.613	1461.559
5	5259.078	1253.445	683.1802	1452.196	1867.044
6	5698.329	1481.190	1020.461	1817.766	2684.916
7	6293.535	1812.875	1707.279	2533.125	3191.373
8	7105.674	2436.388	2327.349	3203.382	3695.393
9	7884.216	2979.601	2888.793	3813.484	4510.862
10	8706.242	3490.651	3643.096	4614.038	5348.297

Sumber: Olah Data Eviews 10

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa variabel emisi karbon dioksida merespon *shock* (goncangan) yang diberikan variabel konsumsi energi dan jumlah penduduk adalah positif diawal hingga akhir periode. Sedangkan *shock* yang diberikan oleh variabel PMA adalah negatif pada periode kedua dan ketiga dan setelahnya merespon positif hingga akhir periode, dan variabel PMDN adalah negatif pada periode kedua lalu setelahnya merespon positif hingga akhir terhadap variabel emisi karbon dioksida.

8. Uji Variance Decomposition

Table 9
Hasil Uji VD

Period	S.E	Emisi	Konsumsi	PMA	PMDN	JP
1.	4015.695	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	5668.327	96.68427	0.198698	1.645320	0.002316	1.469394
3	7086.837	92.87360	0.232377	1.323585	0.263934	5.306509
4	8662.776	89.97030	0.662050	1.110708	1.858999	6.397946
5	10504.01	86.26061	1.874263	1.178467	3.175749	7.510916
6	12512.13	81.53502	2.722314	1.495715	4.348809	9.898141
7	14797.46	76.38414	3.447306	2.400565	6.039749	11.72824
8	17456.39	71.45610	4.425087	3.502478	7.707453	12.90888
9	20469.49	66.80330	5.337085	4.538917	9.076188	14.24451
10	23877.80	62.38798	6.059298	5.663468	10.40405	15.48521

Sumber: Olah Data Eviews 10

Berdasarkan tabel 9 memperlihatkan variabel emisi karbon mengalami penurunan dalam memberikan pengaruh terhadap emisi karbondioksida itu sendiri pada periode

pertama sampai periode kesepuluh. Variabel emisi karbondioksida pada periode kedua mempengaruhi emisi karbon itu sendiri sebesar 96.6% dan terus mengalami penurunan hingga periode kesepuluh sebesar 62.38%. Kontribusi variabel konsumsi terhadap emisi karbondioksida selalu meningkat mulai awal periode sampai akhir periode. Pada periode kedua memberikan pengaruh sebesar 0.19% dan pada periode kesepuluh sebesar 6.05%.

Variabel PMA memberikan pengaruh yang berfluktuatif cenderung meningkat terhadap emisi karbondioksida, dapat dilihat dari periode kedua turun menjadi 1.32% dan ketiga menjadi 1.11% lalu setelah itu mulai periode keempat mengalami peningkatan hingga periode kesepuluh sebesar 5.66%. Untuk variabel PMDN pada periode pertama berkontribusi sebesar 0.00% terhadap emisi karbondioksida. Kemudian terus mengalami peningkatan hingga periode kesepuluh sebesar 10.40%.

Selanjutnya, kontribusi variabel jumlah penduduk terhadap emisi karbondioksida selalu mengalami peningkatan setiap periodenya. Periode kedua sebesar 1.46% dan selalu meningkat sampai periode sepuluh menjadi 15.48%.

PEMBAHASAN

Pengaruh Konsumsi Energi terhadap Emisi Karbondioksida

Hasil uji VECM dalam penelitian ini menunjukkan bahwa dalam jangka pendek variabel konsumsi energi tidak berpengaruh signifikan terhadap emisi karbondioksida. Hal ini terjadi karena nilai t-statistik < dari nilai t-tabel yaitu $0.69563 < 2.09302$. Hal ini sejalan dengan penelitian Landapa (2024) dan Kartiasih & Setiawan (2020) yang menyatakan bahwa konsumsi energi tidak berpengaruh terhadap konsumsi energi di Indonesia. Hal ini dapat terjadi karena beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hubungan antara konsumsi energi dan emisi karbon. Beberapa faktor ini termasuk efisiensi energi, adopsi energi terbarukan, kebijakan pengendalian emisi, dan tingkat teknologi yang digunakan dalam produksi dan konsumsi energi. Oleh karena itu, dalam beberapa kasus, dapat terjadi peningkatan konsumsi energi tidak secara langsung berdampak pada peningkatan emisi karbon, terutama jika upaya mitigasi dan penggunaan energi bersih telah dilakukan.

Sedangkan dalam jangka panjang memberikan pengaruh yang positif dan signifikan terhadap emisi karbondioksida, karena nilai t-statistik > t-tabel yaitu $4.34817 > 2.09302$. Artinya ketika terjadi kenaikan pada konsumsi energi maka akan menyebabkan peningkatan pada emisi karbondioksida. Sejalan dengan teori EKC, adanya peningkatan pertumbuhan ekonomi yang biasanya disertai dengan naiknya konsumsi energi, terutama dari sumber energi fosil. Maka hal tersebut dapat berpengaruh dalam meningkatkan emisi CO₂, yang mengindikasikan bahwa Indonesia masih ada pada tahap awal kurva EKC (Stern, 2004).

Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Amalina et al. (2023) dan Nadeak et al. (2023) yang menyimpulkan dalam dalam jangka panjang konsumsi energi berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbondioksida. Hal ini disebabkan karena sebagian besar energi yang digunakan saat ini masih berasal dari penggunaan bahan

bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi dan gas alam. Proses pembakaran bahan bakar fosil ini dapat menghasilkan emisi CO₂. Penggunaan konsumsi energi yang masih menggunakan energi fosil akan terus meningkatkan emisi CO₂ dan berdampak buruk bagi lingkungan.

Pengaruh PMA terhadap Emisi Karbondioksida

Berdasarkan hasil uji VECM menunjukkan pengaruh jangka pendek dan jangka panjang terhadap variabel emisi karbondioksida, pada jangka pendek variabel PMA tidak signifikan terhadap emisi karbon dioksida. Hal tersebut terjadi karena nilai t-statistik < dari nilai t-tabel yaitu $0.88519 < 2.09302$. Hasil ini sejalan dengan penelitian Santi & Sasana (2021), Candra (2018) dan Fajriani et al. (2023) yang menyatakan FDI tidak berpengaruh signifikan terhadap peningkatan emisi CO₂ karena aktivitas industri asing yang masuk biasanya membutuhkan waktu untuk beroperasi secara penuh dan menghasilkan dampak lingkungan yang nyata.

Sedangkan dalam jangka panjang variabel PMA berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbondioksida, karena nilai t-statistik > t-tabel yaitu $2.68201 > 2.09302$. Artinya jika FDI mengalami peningkatan maka akan terjadi meningkatkan kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh peningkatan gas emisi CO₂. Berdasarkan teori *pollution heaven hypothesis* yang secara jelas menggambarkan bahwa negara maju yang memiliki regulasi lingkungan yang cukup ketat akan mentransfer teknologi atau industri kotornya ke negara berkembang yang memiliki regulasi lingkungan sedikit longgar melalui perdagangan internasional salah satunya FDI (Lesmana et al., 2024). Ketika terjadi pelemahan regulasi lingkungan, pada prakteknya komponen pengelolaan polusi tidak masuk atau hanya sebagian kecil saja diperhitungkan sebagai komponen biaya (*cost*). Akibatnya, ini dapat memperkecil biaya produksi suatu usaha. Ketiadaan pengelolaan sampah industri atau polusi itu selanjutnya memberikan pengaruh luaran yang bersifat negatif jika tidak ditangani dengan baik (Santi & Sasana, 2021).

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Karimi et al. (2022) dan Silvia et al. (2021) yang menyatakan bahwa FDI berpengaruh terhadap emisi CO₂, karena PMA dapat mendorong pertumbuhan ekonomi dan industri yang membutuhkan penggunaan energi sehingga dapat menghasilkan banyak residu atau limbah, terutama jika menggunakan bahan bakar fosil. PMA penting dalam pertumbuhan ekonomi dan dalam penciptaan lapangan pekerjaan, namun disisi lain peningkatan PMA dapat berdampak buruk bagi lingkungan jika tanpa penggunaan teknologi yang ramah lingkungan dan regulasi yang tepat. Maka hal tersebut dapat berdampak negatif berupa peningkatan emisi CO₂. Salah satu contoh masuknya PMA ke Indonesia dan kontribusinya terhadap peningkatan emisi CO₂ adalah investasi asing di sektor pembangkit listrik berbahan bakar batubara, seperti proyek PLTU Jawa 7, yang merupakan investasi asing yang menggunakan bahan bakar fosil, mengeluarkan emisi CO₂ dalam jumlah besar, dan berdampak negatif terhadap lingkungan sekitar dan peningkatan emisi CO₂ (Septiani, 2023).

Pengaruh PMDN terhadap Emisi Karbondioksida

Berdasarkan hasil uji menunjukkan bahwa pada jangka pendek variabel PMDN bernilai positif tetapi tidak signifikan terhadap emisi karbondioksida. Hal ini terjadi karena nilai t-statistik < dari nilai t-tabel yaitu $0.04521 < 2.09302$. Sedangkan dalam jangka panjang variabel PMDN berpengaruh positif signifikan terhadap emisi karbondioksida, karena nilai t-statistik > t-tabel yaitu $2.68594 > 2.09302$. Artinya dalam jangka panjang jika terjadi peningkatan pada PMDN maka akan menyebabkan peningkatan pada emisi karbondioksida. Hal ini mengindikasikan bahwa Indonesia masih pada tahap awal kurva EKC.

Hasil ini sesuai dengan penelitian Rizki & Anggraeni (2022) yang menyimpulkan bahwa adanya pengaruh signifikan antara PMDN terhadap emisi karbon. Sebanyak 55% industri di Indonesia yang menggunakan panas belum mengimplementasikan teknologi panas yang bersih. Di Indonesia sendiri, emisi dari proses pemanasan di industri semen serta besi dan baja berkontribusi sekitar 54% dan 56,8% dari total emisi (Putri, 2025). PMDN dapat menaikkan emisi CO₂ di Indonesia karena investasi domestik masih banyak diarahkan pada sektor industri dan energi yang menggunakan bahan bakar fosil, seperti manufaktur, dan pertambangan, sehingga dapat menghasilkan emisi karbon yang lebih banyak. Maka dari itu PMDN di satu sisi dapat mendorong pertumbuhan ekonomi dan disisi lain dapat meningkatkan emisi CO₂ jika masih menggunakan energi fosil (Sari et al., 2024).

Pengaruh Populasi Penduduk terhadap Emisi Karbondioksida

Berdasarkan hasil uji menunjukkan pengaruh jangka pendek dan jangka panjang terhadap variabel emisi karbondioksida, pada jangka pendek variabel jumlah penduduk tidak signifikan terhadap emisi karbondioksida. Hal ini terjadi karena nilai t-statistik < nilai t-tabel yaitu $1.03221 < 2.09302$. Sedangkan dalam jangka panjang variabel jumlah penduduk berpengaruh signifikan positif terhadap emisi karbondioksida, karena nilai t-statistik > t-tabel yaitu $5.07611 > 2.09302$. Artinya dalam jangka panjang jika terjadi peningkatan pada jumlah penduduk maka akan menyebabkan peningkatan pada emisi karbondioksida. Sejalan dengan pandangan Malthus bahwa semakin tinggi jumlah penduduk akan menyebabkan peningkatan konsumsi energi untuk memenuhi kebutuhan dan akhirnya dapat menyebabkan degradasi lingkungan, meskipun populasi penduduk dapat memberikan tekanan pada lingkungan, dampaknya mungkin tidak langsung terlihat dalam jangka pendek karena populasi membutuhkan waktu untuk mempengaruhi pola konsumsi dan produksi (Kurniarahma et al., 2020).

Hal ini sejalan dengan penelitian Sari & Karimi (2023) dan Widyawati et al. (2021) yang menyatakan bahwa jumlah penduduk mempunyai pengaruh positif dan signifikan terhadap degradasi lingkungan yang di ukur dari emisi CO₂. Hal ini dapat disebabkan saat terjadi pertumbuhan populasi penduduk maka akan mendorong semakin bertambahnya manusia yang menggunakan sumber daya dan juga meningkatnya pembukaan lahan hutan untuk pemukiman hingga membuat banyak penggunaan alat yang dapat menimbulkan emisi CO₂ akibatnya kerusakan lingkungan semakin tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang dilakukan dengan metode *vector error correction model* (VECM) terkait pengaruh konsumsi energi, PMA, PMDN dan populasi penduduk terhadap emisi karbondioksida di Indonesia periode 2000-2023, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut, dalam jangka pendek konsumsi energi berpengaruh secara positif tetapi tidak signifikan terhadap emisi karbon dioksida sedangkan dalam jangka panjang konsumsi energi juga berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbon dioksida. Dalam jangka pendek PMA berpengaruh secara positif tetapi tidak signifikan terhadap emisi karbondioksida dan dalam jangka panjang PMA berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbondioksida. Dalam jangka pendek PMDN berpengaruh positif tetapi tidak signifikan terhadap emisi karbondioksida sedangkan dalam jangka panjang PMDN berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbondioksida. Dalam jangka pendek jumlah populasi penduduk berpengaruh positif tetapi tidak signifikan terhadap emisi karbondioksida dan dalam jangka panjang jumlah populasi penduduk berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbondioksida.

Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk dan meningkatnya kegiatan ekonomi tanpa adanya penggunaan teknologi yang ramah lingkungan dapat menyebabkan terjadinya peningkatan emisi karbondioksida di Indonesia. Dari hasil penelitian ini, pemangku kebijakan direkomendasikan untuk merancang kebijakan lingkungan dan penggunaan energi yang lebih ramah untuk lingkungan. Pemerintah Indonesia harus mulai mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dan batu bara dalam kegiatan pembangunannya. Penggunaan sumber energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan biomassa dapat membantu mengurangi emisi karbon dan mendorong pertumbuhan ekonomi. Pemerintah juga harus memperkuat program dan kebijakan keluarga berencana yang mendukung pengendalian pertumbuhan penduduk. Namun demikian, penulis juga menyadari masih adanya kekurangan dalam penelitian ini seperti data yang hanya sampai tahun 2023 sehingga dapat dianggap kurang terbaru. Sebagai saran untuk penelitian selanjutnya dapat memperluas variabel, mencakup faktor-faktor lain yang relevan untuk dianalisis dan juga dapat menggunakan tahun terbaru.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, M., & Hardimanto, Z. Z. (2023). Kinerja Ekonomi Dan Dampaknya Terhadap Degradasi Lingkungan Hidup Di Indonesia. *Jurnal Litbang Sukowati: Media Penelitian Dan Pengembangan*, 7(1), 44-55. <https://doi.org/10.32630/sukowati.v7i1.338>
- Basuki, A., & Prawoto, N. (2016). *Analisis Regresi Dalam Penelitian Ekonomi dan Bisnis*. Rajawali Pers.
- Candra, K. A. (2018). Analysis of the Effect of Economic Growth and Foreign Investment on Carbon Dioxide Emissions in Eight ASEAN Countries for the Period 2004-2013. *Calyptra: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 7(1), 2646-2661. <https://journal.ubaya.ac.id/index.php/jimus/article/view/2423/1910>
- Dinilhaq, W., & Azhar, Z. (2024). Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi Terhadap

- Degradasi Lingkungan di Indonesia. *Media Riset Ekonomi Pembangunan (MedREP)*. <https://medrep.ppj.unp.ac.id/index.php/MedREP/login>
- Fajriani, R., Aida, N., & Yuliawan, D. (2023). Pengaruh GDP Perkapita, FDI Dan Pertumbuhan Industri Terhadap Kualitas Lingkungan (Studi Kasus: Negara ASEAN). *Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 2(2), 368–375.
- Holifah, H., & Laut, L. T. (2022). Pendekatan VECM Pada Variabel FDI dan Impor Terhadap Cadangan Devisa Negara. *Buletin Ekonomika Pembangunan*, 3(3), 235–251. <https://doi.org/10.21107/bep.v3i3.16786>
- Karimi, K., Putri, F. Z., Hamdi, M., Bakaruddin, B., & Rahayu, N. I. (2022). Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Jumlah Industri, Penanaman Modal Asing Dan Kemiskinan Terhadap Emisi Co2 Di Indonesia. *Jurnal Akuntansi Dan Ekonomika*, 12(2), 221–228. <https://doi.org/10.37859/jae.v12i2.4302>
- Kartiasih, F., & Setiawan, A. (2020). Aplikasi Error Correction Mechanism Dalam Analisis Dampak Pertumbuhan Ekonomi, Konsumsi Energi Dan Perdagangan Internasional Terhadap Emisi Co2 Di Indonesia. *Media Statistika*, 13(1), 104–115. <https://doi.org/10.14710/medstat.13.1.104-115>
- Kurniarahma, L., Laut, L. T., & Prasetyanto, P. K. (2020). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Emisi CO2 di Indonesia. *Directory Journal of Economic*, 2(2), 368–385.
- Kusuma, D. A., Saizikri, A., Dani, S., & Malik, A. (2024). Utang dan Perekonomian Indonesia. *Jurnal Intelek Insan Cendikia*, 6689–6696.
- Landapa, S. I. I. (2024). Pertumbuhan Ekonomi dan Konsumsi Energi : Pengaruhnya Terhadap 3 Negara Mayoritas Muslim dengan Emisi Karbon Tertinggi. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 10(03), 3181–3185.
- Lesmana, I., Astuty, S., & Jamil, M. (2024). Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Foreign Direct Investment dan Konsumsi Energi Terhadap Kualitas Lingkungan di Indonesia : Ditinjau Dari Emisi Karbon Dioksida (CO2). *Jurnal EMT KITA*, 8(3), 1205–1214. <https://doi.org/10.35870/emt.v8i3.2905>
- Madyan, M. (2024). Analisis Pengungkapan Emisi Karbon Perusahaan Indonesia. *Unairnews*. <https://unair.ac.id/analisis-pengungkapan-emisi-karbon-perusahaan-indonesia/>
- Nadeak, S. A. H., & Nasrudin, N. (2023). Pengaruh PDB per Kapita dan Konsumsi Energi terhadap Emisi GRK di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 23(2), 128–145. <https://doi.org/10.21002/jepi.2023.09>
- Ningrum, I. W. K., Agustini, P., & Nabilah, Y. N. A. (2024). Simulasi Dampak Kebijakan Moneter terhadap Perekonomian dan Emisi CO2 Per Kapita di Indonesia. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2024(1), 373–382. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2024i1.2247>
- Podi, S. I., Zulfanetti, & Nurhayani. (2020). Analisis pengaruh pertumbuhan ekonomi dan tingkat inflasi terhadap pengangguran terbuka di Provinsi Jambi pendekatan vector error correction model (VECM). *Jurnal Paradigma Ekonomika*, 15(1), 95–114. <https://doi.org/10.22437/jpe.v15i1.9223>
- Prasetyawati, M. D. (2019). How Foreign Direct Investment And Urbanization Affect the Environment Of Indonesia. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 11(1), 147–157.
- Pratama, A. (2022). Pengaruh Industrialisasi Terhadap Emisi CO2 Di Indonesia. *Jurnal Ecodemica Jurnal Ekonomi Manajemen Dan Bisnis*, 6(1), 98–110. <https://doi.org/10.31294/eco.v6i1.11726>
- Putri, A. N. (2025). Mendorong Dekarbonisasi Sektor Industri di Indonesia melalui Energi Terbarukan dan Efisiensi Energi. In *Indonesia Research Institute For Decarbonization*. Indonesia Research Institute For Decarbonization.

- <https://irid.or.id/mendorong-dekarbonisasi-sektor-industri-di-indonesia-melalui-energi-terbarukan-dan-efisiensi-energi/>
- Putri, A. R., Gunarto, T., Emalia, Z., & Murwiati, A. (2022). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Pertumbuhan Penduduk, dan Konsumsi Energi Terhadap Emisi CO₂ di Indonesia. *Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 1(3), 1070–1080.
- Putri, E. A., Putri, R. A., Malik, A., Welfare, C., & Masyarakat, K. (2025). Analisis Peran Demokrasi dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Kesejahteraan Masyarakat. *Kalianda Halok Gagas*, 8(1), 48–65.
- Ramdhan, M., Nur Amri, S., & Gunawan Priyambodo, D. (2019). Survey Identifikasi Pulau-pulau Tenggelam di Teluk Jakarta. *Jurnal Riset Jakarta*, 12(1), 1–6. <https://doi.org/10.37439/jurnaldrd.v12i1.4>
- Rizki, C. A., & Anggraeni, P. W. (2022). Analisis Pengaruh Foreign Direct Investment, Penanaman Modal Dalam Negeri, Dan Gross Domestic Product Terhadap Emisi Karbon Di Indonesia. *Journal of Development Economic and Social Studies*, 17(2), 529–538. <https://doi.org/10.21776/jdess.2022.01.4.03>
- Salsabila Nur Amalina, I., Wahyudi, H., & Ciptawaty, U. (2023). Pengaruh GDP Per Kapita, dan Konsumsi Energi Terhadap Emisi CO₂ di Indonesia. *Journal on Education*, 6(1), 6508–6517. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.3872>
- 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), 343–354. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jme/article/view/31595>
- Sari, C. P. M., Trisniarti, N., & Nailufar, F. (2024). Antara Hutan, Investasi, Dan Kemiskinan: Dinamika Emisi Karbon Di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pertanian Unimal*, 7(1), 22. <https://doi.org/10.29103/jepu.v7i1.17708>
- Sari, I., & Karimi, K. (2023). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Jumlah Penduduk Dan Konsumsi Energi Terhadap Degradasi Lingkungan Di Indonesia. *Jurnal Cakrawala Hukum*, 1(1), 46–55.
- Septiani, M. (2023). Dampak Hadirnya Penanaman Modal Asing di Sektor Energi. *Traction Energy Asia*. <https://tractionenergy.asia/id/dampak-hadirnya-penanaman-modal-asing-di-sektor-energi/>
- Setyo, S. T., Sarfiah, S. N., & Prakoso, J. A. (2024). Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Emisi Karbondioksida di Negara Industri Baru Tahun 2000-2020. *Jurnal Jendela Inovasi Daerah*, VII(1), 30–52. <http://jurnal.magelangkota.go.id>
- Silvia, M., Astuti, W., & Rahmayani, D. (2021). Analisis Pengaruh Investasi Langsung Asing dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Degradasi Lingkungan di Negara ASEAN Berpendapatan Menengah. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Ekonomi Universitas Tidar 2021 "Geliat Investasi Dalam Pusaran Pandemi: Membaca Celah Pemulihan Ekonomi Nasional Di Era New Normal," September*, 25–32.
- Stern, D. I. (2004). Environmental Kuznets Curve. In *Environmental and Natural Resource Economics: An Encyclopedia* (Vol. 2, pp. 518–519). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1142/9789814390408_0010
- Widyawati, R. F., Hariani, E., Ginting, A. L., & Nainggolan, E. (2021). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Populasi Penduduk Kota, Keterbukaan Perdagangan Internasional Terhadap Emisi Gas Karbon Dioksida (CO₂) Di Negara ASEAN. *Jambura Agribusiness Journal*, 3(1), 37–47. <https://doi.org/10.37046/jaj.v3i1.11193>
- Wiradinata, M. A., & Malik, A. (2024). Inovasi Dan Teknologi Untuk Mendukung Pembangunan Ekonomi Berkelanjutan Di Era Digital Indonesia. *Jurnal Media*

Zulaicha, A. U., Sasana, H., & Septian, Y. (2020). Analyze Of CO2 Emission Determination in Indonesia 1990-2018. *DINAMIC: Directory Journal of Economic*, 2(2), 487-500.