

## Pengaruh GDP Per Kapita, dan Konsumsi Energi Terhadap Emisi CO2 di Indonesia

Ikramina Salsabila Nur Amalina<sup>1\*</sup>, Heru Wahyudi<sup>2</sup>, Ukhti Ciptawaty<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No 1 Lampung, Indonesia  
Sasyaa2803@gmail.com

### Abstract

This study aims to analyze the effect of GDP Per Capita and Energy Consumption on Carbon Dioxide Emissions in Indonesia in the short and long term. This study uses the Error Correction Model (ECM) method. The ECM method is used to find out how the long-term and short-term influences of the variables that affect carbon dioxide emissions. In addition, this study uses time series data in the form of annual from 1992 to 2021. The results show that the variables GDP per capita and Energy Consumption have a positive and significant effect on carbon dioxide emission in the long and short term.

**Keywords:** Carbon Dioxide Emission, GDP Per Capita, Energy Consumption, Error Correction Models

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh GDP Per Kapita dan Konsumsi Energi terhadap Emisi Karbon Dioksida di Indonesia dalam jangka panjang. Penelitian ini menggunakan metode Error Correction Model (ECM) yang digunakan untuk mengetahui bagaimana pengaruh jangka panjang dan jangka pendek dari variabel-variabel yang mempengaruhi emisi karbon dioksida. Selain itu, penelitian ini menggunakan data time series berupa data tahunan dari tahun 1992 hingga 2021. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel GDP Per Kapita dan Konsumsi Energi berpengaruh positif dan signifikan terhadap Emisi Karbon Dioksida dalam jangka panjang maupun jangka pendek.

**Kata Kunci:** Emisi Karbon Dioksida, GDP Per Kapita, Konsumsi Energi, Model Koreksi Kesalahan

---

Copyright (c) 2023 Ikramina Salsabila Nur Amalina, Heru Wahyudi, Ukhti Ciptawaty

Corresponding author: Ikramina Salsabila Nur Amalina

Email Address: Sasyaa2803@gmail.com (Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No 1 Lampung, Indonesia)

Received 17 June 2023, Accepted 25 June 2023, Published 5 July 2023

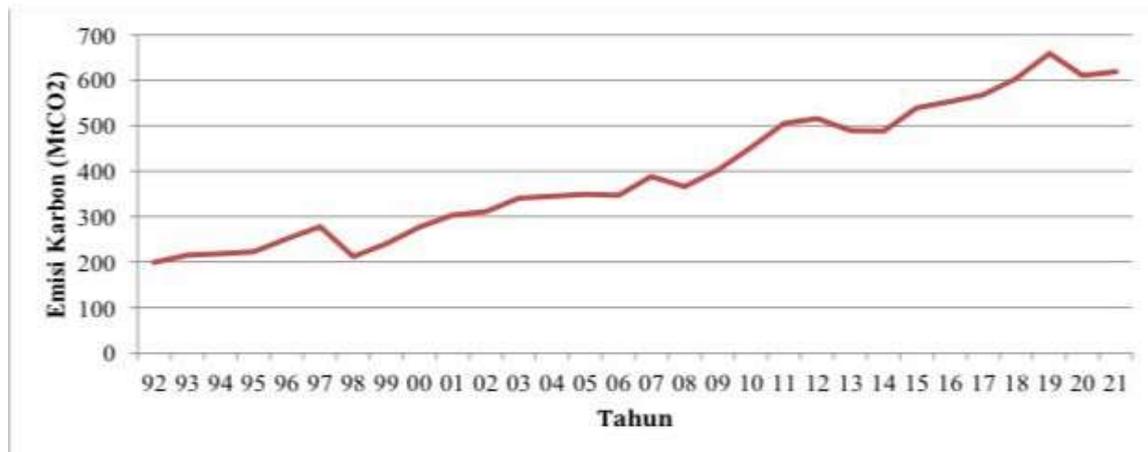
## PENDAHULUAN

Degradasi lingkungan merupakan bentuk kerusakan alam yang erat kaitannya dengan peningkatan kegiatan ekonomi yang tidak berwawasan lingkungan dan dapat menurunkan kualitas lingkungan. Fenomena tersebut menjadi perhatian masyarakat dunia karena memiliki dampak yang sangat besar terhadap perubahan iklim. Perubahan iklim adalah peristiwa global yang berasal dari aktivitas manusia yang melibatkan penggunaan bahan bakar fosil serta penggunaan lahan. Kegiatan tersebut merupakan sumber utama meningkatnya Emisi karbon dioksida. Menurut Stolyarova menyatakan bahwa Konsumsi energi dan Pertumbuhan ekonomi merupakan faktor utama meningkatnya Emisi karbon dioksida (Osobajo *et al.*, 2020).

Kualitas udara dapat diukur dengan tingkat Emisi karbon yang berpengaruh terhadap tingkat polusi udara. Manusia menyumbang Emisi karbon melalui penggunaan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara, serta gas bumi. Menurut *World Meteorological Organization* (WMO) pada tahun 2010-2011 setiap tahunnya terjadi peningkatan suhu rata-rata global, dimana pada tahun 2017 rata-rata konsentrasi Emisi karbon di dunia mencapai  $405,5 \pm 0,1$  PPM dan pada tahun 2018 meningkat

sebesar  $407,8 \pm 0,1$  PPM (WMO, 2018). Berdasarkan hasil kajian WMO pada tahun 2020 emisi karbon dunia kembali meningkat hingga mencapai  $413,2 \pm 0,2$  PPM (WMO, 2021). Peningkatan suhu permukaan bumi memberikan efek berkurangnya kemampuan hutan untuk menyerap karbon dioksida

Negara berkembang seperti Indonesia tentunya mengalami masalah perubahan iklim dan penurunan kualitas lingkungan. Menurut *World Research Institute* (WRI) negara penyumbang Emisi terbesar di urutan ke 8 secara global adaah Indonesia (WRI, 2016). Hal ini terbukti dari total Emisi karbon Indonesia pada tahun 1992 hingga 2021 yang cenderung mengalami Pertumbuhan positif.



Gambar 1. Total Emisi Karbon dioksida Indonesia

Sumber: Global Carbon Atlas (Data Diolah)

Penggunaan energi fosil mencapai sekitar 70% dari permintaan energi global. Permintaan energi di Indonesia sangat besar hingga menyumbang 9% dari Pertumbuhan energi global (Arista and Amar, 2019). Indonesia memili ketergantungan terhadap penggunaan bahan bakar fosil yang dapat menimbulkan kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh Emisi karbon, polusi udara, serta pemanasan global. Bahan bakar fosil mampu menghasilkan Emisi karbon ketika mengalami pembakaran dan tersebar di atmosfer.

Peningkatan aktivitas ekonomi mampu meningkatkan Pertumbuhan ekonomi melalui proses produksi barang dan jasa, namun terdapat kecenderungan limbah yang dihasilkan akan meningkat (Aida, Hermawan and Ciptawaty, 2022). Kaitan antara Pertumbuhan ekonomi dan kerusakan lingkungan dijelaskan dalam teori *Environmental Kuznets Curve* (EKC). Menurut Grossman and Krueger (1995) menyatakan bahwa Pertumbuhan ekonomi berpengaruh terhadap kualitas lingkungan. Aktivitas ekonomi secara keseluruhan dapat menjadi faktor pendorong pencemaran lingkungan. Pertumbuhan ekonomi mencakup aktivitas penggunaan sumber daya alam dan energi. Dampak dari aktivitas ekonomi yang mencakup penggunaan sumber daya alam dan energi secara berlebihan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Menurut Zhang (2021) keterkaitan antara Pertumbuhan ekonomi dan Emisi karbon dioksida memerlukan regulasi lebih lanjut dalam menciptakan pembangunan berkelanjutan yang rendah karbon

## **METODE**

Jenis Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang dilakukan dengan mengumpulkan data berupa angka-angka yang diperoleh melalui World Bank, Global Carbon Atlas, dan Our World in Data. Penelitian ini menggunakan jenis data sekunder berupa data time series tahunan yang dimulai dari periode 1992 hingga 2021. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yakni emisi karbon sebagai variabel bebas, sementara variabel terikat yang digunakan adalah GDP per kapita, dan Konsumsi energi.

Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu Error Correction Model (ECM), metode ini digunakan untuk mengatasi permasalahan regresi lancung yang umumnya terdapat pada data runtun waktu yang disebabkan data tidak stasioner pada tingkat level (Widarjono, 2018). Selain itu, model koreksi kesalahan digunakan untuk mengetahui apakah ada pengaruh antara GDP per kapita, dan konsumsi energi terhadap emisi karbon dioksida baik dalam jangka panjang maupun jangka pendek.

Sebelum mengestimasi model ECM dilakukan pengujian stasioneritas, apakah data dalam penelitian sudah stasioner pada tingkat level. Apabila data yang digunakan tidak stasioner pada tingkat level, maka dapat dilakukan pada tingkat first difference dan second difference. Setelah data dipastikan telah stasioner di tingkat level maupun first difference, tahap selanjutnya yakni uji kointegrasi yang dilakukan untuk melihat apakah masing-masing variabel memiliki pengaruh dalam jangka panjang.

Adanya kointegrasi antar variabel mengindikasikan terjadinya keseimbangan dalam jangka panjang, namun hal tersebut memungkinkan tidak terjadinya keseimbangan dalam jangka pendek, sehingga perlu dilakukan koreksi kesalahan menggunakan ECM. Pendekatan model ECM yang digunakan dalam penelitian ini merupakan model yang dikembangkan oleh Domowitz-El Badawi yang didasarkan bahwa dalam kenyataannya perekonomian berada dalam kondisi ketidakseimbangan. Sebelum mengestimasi model ECM diperlukan persamaan jangka panjang yang dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$CO2_t = \alpha + \beta_1 GDPC_t + \beta_2 KE_t + \varepsilon_t$$

Dimana:

CO2 = Emisi karbon dioksida

GDPC = GDP per kapita

KE = Konsumsi energi

$\beta_1, \beta_2$  = Koefisien Regresi

$\alpha$  = konstanta

$\varepsilon$  = error term

sedangkan model penyesuaian jangka pendek dalam penelitian ini diformulasikan sebagai berikut:

$$\Delta CO2_t = \alpha + \Delta\beta_1 GDPC_t + \Delta\beta_2 KE_t + \beta_3 ECT + \varepsilon_t$$

Dimana  $ECT = GDPC_t + KE_t - CO2_t$

ECT mengindikasikan adanya penyesuaian menuju jangka panjang model ECM dapat dikatakan valid apabila nilai koefisien ECT bertanda negative dan signifikan secara statistik (Gujarati, 2014).

## HASIL DAN DISKUSI

### *Uji Stasioneritas*

Tabel 1. Hasil Uji Akar Unit dengan Metode Uji ADF Pada Tingkat Level

Series	Prob.	Lag	Max Lag	Obs
C02	0.9948	0	6	29
GDPC	1.0000	0	6	29
KE	0.9883	0	6	29

Tabel 2. Hasil Uji Akar Unit dengan Metode Uji ADF Pada Tingkat First Difference

Series	Prob.	Lag	Max Lag	Obs
D(C02)	0.0000	0	6	28
D(GDPC)	0.0084	0	6	28
D(KE)	0.0001	0	6	28

Hasil uji stasioneritas pada tingkat level terlihat bahwa nilai probabilitas dari masing-masing variabel lebih besar dari  $\alpha = 0.05$  yang berarti bahwa data penelitian tidak stasioner di tingkat level. Sementara pada tingkat first difference dapat diketahui nilai probabilitas seluruh variabel dalam penelitian lebih kecil dibandingkan  $\alpha = 0.05$  maka dapat disimpulkan data dalam penelitian stasioner di first difference.

### *Uji Kointegrasi*

Uji kointegrasi EG dilakukan dengan metode *residual based test* menggunakan uji ADF. Sebelum melakukan uji kointegrasi terlebih dahulu dibuat persamaan regresi jangka panjang dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Sehingga diperoleh estimasi jangka panjang sebagai berikut:

Tabel 3. Estimasi OLS

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-177.4107	13.84185	-12.81698	0.0000
GDPC	0.113592	0.008541	13.29898	0.0000
KE	0.046245	0.004811	9.612327	0.0000
R-squared	0.989794	Mean dependent var		395.5091
Adjusted R-squared	0.989038	S.D. dependent var		143.3860
S.E. of regression	15.01227	Akaike info criterion		8.350252
Sum squared resid	6084.939	Schwarz criterion		8.490371
Log likelihood	-122.2538	Hannan-Quinn criter.		8.395077
F-statistic	1309.284	Durbin-Watson stat		1.105858
Prob(F-statistic)	0.000000			

Persamaan dari hasil regresi diatas dapat diformulasikan, sebagai berikut:

$$\widehat{CO2}_t = -177.4107 + 0.113592GDP_t + 0.046245KE_t + \varepsilon_t$$

Dari persamaan regresi jangka panjang diatas akan didapatkan nilai residual yang kemudian diuji menggunakan uji ADF untuk mengetahui apakah nilai residual tersebut stasioner atau tidak.

Tabel 4. Hasil Uji Kointegrasi Engel-Granger (EG) dengan Metode ADF Pada Tingkat Level

	t-Statistic	Prob.*
<b>Augmented Dickey-Fuller test statistic</b>	<b>-4.359884</b>	<b>0.0001</b>
Test critical values:		
1% level	-2.650145	
5% level	-1.953381	
10% level	-1.609798	

Hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa nilai ADF statistik dari residual sebesar -4.35988 lebih besar dari nilai kritis Mackinnon pada tingkat kepercayaan 1%, 5%, dan 10%. Sehingga dapat dinyatakan bahwa ECT stasioner pada tingkat level yang berarti bahwa variabel yang digunakan terkointegrasi atau memiliki hubungan jangka panjang.

#### Regresi Error Correction Model (ECM)

Tabel 5. Regresi Model Koreksi Kesalahan Domowitz-El Badawi

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-2.945167	3.219409	-0.914816	0.3690
D(GDPC)	0.126168	0.031388	4.019574	0.0005
D(KE)	0.055312	0.010085	5.484388	0.0000
ECT(-1)	-0.560409	0.177310	-3.160616	0.0041
R-squared	0.818599	Mean dependent var		14.47789
Adjusted R-squared	0.796830	S.D. dependent var		28.88098
S.E. of regression	13.01791	Akaike info criterion		8.097972
Sum squared resid	4236.652	Schwarz criterion		8.286564
Log likelihood	-113.4206	Hannan-Quinn criter.		8.157037
F-statistic	37.60529	Durbin-Watson stat		1.812343
Prob(F-statistic)	0.000000			

Berdasarkan hasil estimasi ECM di atas diketahui model persamaan regresi jangka pendek yang dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\Delta CO2_t = -2.945167 + 0.126168GDPC_t + 0.055312KE_t - 0.560409ECT + \varepsilon_t$$

Persamaan regresi diatas dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

#### 1. Konstanta

Koefisien bertanda negatif sebesar 2.945167 dapat diartikan bahwa jika variabel bebas (GDP per kapita, dan Konsumsi energi) dianggap konstan atau sama dengan nol (*ceteris paribus*), maka Emisi karbon dioksida periode 1992-2021 meningkat sebesar 2.945167 persen.

## 2. GDP Per Kapita

Nilai koefisien GDP per kapita bertanda positif sebesar 0.126168 yang berarti bahwa peningkatan GDP per kapita sebesar 1 US \$ akan meningkatkan Emisi karbon dioksida sebesar 0.0126 persen, dengan asumsi variabel lain tetap (*ceteris paribus*). Keterkaitan antara GDP per kapita dan kualitas lingkungan dijelaskan dalam hipotesis Environmental Kuznets Curve (EKC). Hipotesis tersebut menjelaskan pada awalnya peningkatan GDP per kapita akan diikuti dengan kerusakan lingkungan (Kuznets, 1955). Hal ini disebabkan pemerintah lebih berfokus pada peningkatan produksi untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat tanpa memperhatikan lingkungan.

## 3. Konsumsi Energi

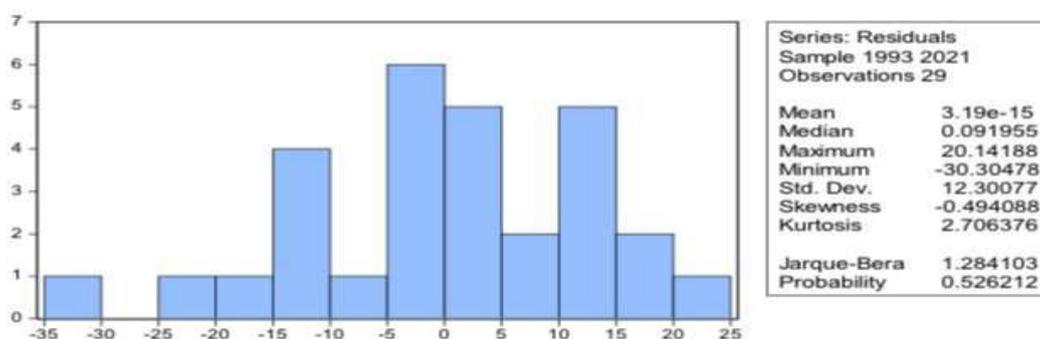
Nilai koefisien Konsumsi energi bertanda positif sebesar 0.055312 memiliki arti bahwa jika terjadi peningkatan Konsumsi energi sebesar 1 kilowatt-Hours (kWh), maka akan meningkatkan Emisi karbon dioksida sebesar 0.0055 persen, dengan asumsi variabel lain dianggap konstan (*ceteris paribus*). Penggunaan energi merupakan salah satu komponen penting penggerak aktivitas perekonomian, namun penggunaan energi mampu meningkatkan pencemaran yang berasal dari limbah dan polusi yang dihasilkan dalam proses pembakaran bahan bakar fosil (Wahyudi and Palupi, 2023).

## 4. Error Correction Term (ECT)

ECT menunjukkan ketidakseimbangan dalam jangka pendek. Berdasarkan tabel 5 diketahui bahwa nilai koefisien ECT bertanda negatif sebesar 0.560409 memiliki arti bahwa ketidakseimbangan jangka pendek akan disesuaikan sebesar 56.04 persen untuk menuju ekuilibrium jangka panjang. Koefisien ECT yang bertanda negatif dan signifikan secara statistik hal ini berarti spesifikasi model ECM yang digunakan dalam penelitian ini sudah tepat (Gujarati, 2014).

### *Uji Asumsi Klasik*

#### 1. Uji Normalitas



Gambar 2. Hasil Uji Normalitas

Sumber: Data diolah dengan Eviews 9 (2022)

Berdasarkan gambar 2 diatas menunjukkan bahwa nilai probabilitas sebesar 0.526212 lebih besar dari  $\alpha = 0,05$  (5%). Sehingga dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  diterima atau residual terdistribusi normal (Widarjono, 2018).

## 2. Uji Multikolinieritas

Tabel 6. Hasil Uji Multikolinieritas

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
C	10.36460	1.773649	NA
D(GDPC)	0.000985	2.368315	1.341931
D(KE)	0.000102	1.743332	1.424973
ECT(-1)	0.031439	1.124045	1.123879

Berdasarkan tabel 6 diperoleh hasil bahwa semua variabel yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai VIF kurang dari 10. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat masalah multikolinieritas dalam penelitian ini.

## 3. Uji Autokorelasi

Tabel 7. Hasil Uji Autokorelasi

Obs*R-squared	Chi-square Tabel	Prob Chi-square	Keterangan
2.52972	5.99	0.2823	Tidak Terdapat Autokorelasi

Berdasarkan tabel 7 diperoleh hasil bahwa nilai Obs\*R-squared sebesar 2.52972 lebih kecil dibandingkan dengan chi-square tabel pada  $df = 2$  dengan taraf signifikan 5% yaitu 5.99, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi masalah autokorelasi.

## 4. Uji Heterokedastisitas

Tabel 8. Hasil Uji Heterokedastisitas

Obs*R-squared	Chi-square Tabel	Prob	Keterangan
2.08987	41.43	0.7232	Homokedastisitas

Berdasarkan tabel 9 dapat terlihat bahwa nilai Obs\*R-squared sebesar  $2.08987 < \text{chi-square tabel}$  sebesar 41.43 pada  $df = 28$  dengan taraf signifikan 5%, sehingga dapat disimpulkan bahwa penelitian ini terbebas dari masalah heterokedastisitas.

*Uji Hipotesis**Uji Parsial*

Tabel 9. Hasil Uji Parsial Jangka Panjang

Variabel	t-statistik	t-tabel	Prob	Keterangan
GDPC	13.29898	1.7011	0.0000	Signifikan
KE	9.612327	1.7011	0.0000	Signifikan

Berdasarkan hasil uji parsial jangka panjang variabel GDP per kapita (GDPC) dan variabel Konsumsi energi (KE) berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap Emisi Karbon dioksida. Hal tersebut dapat dilihat melalui nilai t-statistik GDPC dan KE yang lebih besar dibandingkan nilai t-tabel, serta nilai probabilitas GDPC dan KE lebih kecil dari  $\alpha = 0,05$  (5%).

Tabel 10. Hasil Uji Parsial Jangka Pendek

Variabel	t-statistik	t-tabel	Prob	Keterangan
$\Delta$ GDPC	4.01957	1.7011	0.0005	Signifikan
$\Delta$ KE	5.48438	1.7011	0.0000	Signifikan
ECT(-1)	-3.16066	1.7011	0.0041	Signifikan

Berdasarkan hasil uji parsial jangka pendek dapat diketahui bahwa nilai t-statistik GDPC sebesar 4.01957 dan KE sebesar 5.48438 lebih kecil dibandingkan nilai t-tabel dengan  $df = 28$  yaitu 1.7011. serta nilai probabilitas GDPC dan KE lebih kecil dari  $\alpha = 0,05$  (5%). Sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel GDP per kapita (GDPC) dan variabel Konsumsi energi (KE) berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap Emisi Karbon dioksida.

### Uji Simultan

Tabel 11. Hasil Uji Simultan Jangka Panjang

df (k-1; n-k)	$\alpha$	F-statistik	F-tabel	Prob	Keterangan
1,28	5%	1309.284	4.2	0.0000	Signifikan

Berdasarkan tabel 12 diperoleh hasil uji simultan jangka panjang dengan nilai f-statistik sebesar 1309.284 lebih besar dibandingkan dengan nilai f-tabel sebesar 4.2 pada  $\alpha = 0,05$  (5%) dan  $df (1, 28)$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini secara simultan berpengaruh terhadap Emisi karbon dioksida pada jangka panjang.

Tabel 12. Hasil Uji Simultan Jangka Pendek

df (k-1; n-k)	$\alpha$	F-statistik	F-tabel	Prob	Keterangan
1,28	5%	37.6052	4.2	0.0000	Signifikan

Berdasarkan tabel 13 diperoleh hasil uji simultan jangka panjang dengan nilai f-statistik sebesar 37.6052 lebih besar dibandingkan dengan nilai f-tabel sebesar 4.2 pada  $\alpha = 0,05$  (5%) dan  $df (1, 28)$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini secara simultan berpengaruh terhadap Emisi karbon dioksida pada jangka pendek.

**Koefisien Determinasi ( $R^2$ )**

Nilai koefisien determinasi terletak antar 0 hingga 1. Apabila nilai koefisien determinasi mendekati 1 maka kemampuan variabel bebas dalam menjelaskan variabel terikat sangat baik. Berdasarkan pengolahan data nilai koefisien determinasi pada jangka panjang sebesar 0.98979 yang berarti bahwa GDPC dan KE mampu menjelaskan variabel terikatnya yaitu Emisi karbon dioksida sebesar 98.97% dan sisanya 1.03% dijelaskan oleh variabel lain diluar model penelitian. Sedangkan pada jangka pendek koefisien determinasi sebesar 0.81859 yang berarti bahwa GDP dan KE mampu menjelaskan variabel terikatnya yaitu Emisi karbon dioksida sebesar 81.85% dan sisanya sebesar 18.14% dijelaskan oleh variabel lain diluar model penelitian.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil estimasi jangka panjang maupun jangka pendek, variabel GDP per kapita dan Konsumsi berpengaruh positif dan signifikan terhadap Emisi karbon dioksida dengan tingkat kepercayaan 95 persen. Hal ini disebabkan masyarakat Indonesia masih sangat bergantung dengan penggunaan bahan bakar fosil dalam aktivitas ekonomi, yang dimana meningkatnya Konsumsi energi fosil dapat meningkatkan GDP per kapita. Namun seiring dengan berjalannya waktu meningkatnya perekonomian dan Konsumsi energi secara bersama-sama menghasilkan Emisi karbon. Meningkatnya Emisi karbon yang disebabkan oleh penggunaan bahan bakar fosil akan menambah anggaran biaya pemerintah untuk perbaikan lingkungan, sehingga anggaran yang seharusnya digunakan untuk sektor produktif akan dialokasikan untuk perbaikan kualitas lingkungan, namun biaya perbaikan tersebut tidaklah murah. Sehingga pemerintah dapat mengimplementasikan kebijakan pajak karbon kepada perusahaan besar terutama perusahaan yang melakukan aktivitas ekonomi dengan penggunaan bahan bakar fosil.

**REFERENSI**

- Aida, N., Hermawan, E. and Ciptawaty, U. (2022) 'The Effect of GRDP, Foreign Investment and Population Density on Environmental Quality in Java Island (2010-2019)'. doi: <https://doi.org/10.4108/eai.7-10-2021.2316226>.
- Grossman, G. M. and Krueger, A. B. (1995) 'Economic growth and the environment', *Quarterly Journal of Economics*, 110(2). doi: 10.2307/2118443.
- Gujarati, D. (2014) *Dasar-dasar Ekonometrika*, Dasar-dasar Ekonometrika.
- Kuznets, S. (1955) 'Economic Growth and Income Inequality. The American Economic Review', *Academy of Management Review*, 45(1), pp. 1–28. Available at: <http://www.jstor.org/stable/1811581>.
- Osobajo, O. A. et al. (2020) 'The Impact of Energy Consumption and Economic Growth on Carbon Dioxide Emissions', 12 (9). doi: <https://doi.org/10.3390/su12197965>.
- Wahyudi, H. and Palupi, W. A. (2023) 'What is the Short-term and Long Term Relationship between

- Renewable Energy and Investment in Economic Growth?', *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(3), pp. 46–55. doi: <https://doi.org/10.32479/ijeep.14081>.
- Widarjono, A. (2018) *Ekonometrika: Pengantar dan Aplikasinya*, Edisi Keempat, UPP STIM YKPN.
- WMO (2018) *WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2017*, World Meteorological Organization. Available at: [http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press\\_releases/documents/WMO\\_1108\\_EN\\_web\\_000.pdf](http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/documents/WMO_1108_EN_web_000.pdf).
- WMO (2021) *State of Global Climate 2021: Extreme Events and Major Impacts*.
- WRI (2016) *Menginterpretasikan INDC: Menilai Transparansi Target Emisi Gas Rumah Kaca Pasca-2020 dari 8 Negara Penyumbang Emisi Terbesar*.
- Zhang, J. (2021) 'Environmental Kuznets Curve Hypothesis on CO2 Emissions: Evidence for China', *Journal of Risk and Financial Management*, 14(3). doi: 10.3390/jrfm14030093.