

Analisis ekonomi negara BRICS terhadap emisi karbon dioksida (CO₂)

Tsaqifu Mu Tashim, Ari Rudatin *

Jurusan Ilmu Ekonomi, Fakultas Bisnis dan Ekonomika, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding author: ari.rudatin@uui.ac.id

JEL Classification Code:

E01, E02, E62

Kata kunci:

Gross Domestic Product (GDP), Foreign Direct Investment (FDI), populasi penduduk, luas kawasan hutan, dan energy use

Email penulis:

ari.rudatin@uui.ac.id

20313160@students.uui.ac.id

DOI:

10.20885/JKEK.vol2.iss2.art12

Abstract

Purpose – This study aims to analyze the influence of aspects of economic activities such as Gross Domestic Product (GDP), Foreign Direct Investment (FDI), population, forest area, and energy use on carbon dioxide emissions in five BRICS countries.

Methods – The research method used was panel data analysis in five BRICS countries from 1994 to 2020.

Findings – The results showed that the variables gross domestic product (GDP), foreign direct investment (FDI), and energy use each had a positive effect on carbon dioxide emissions in five BRICS countries, while the area of forest area had a negative effect. Resident population variables have no significant effect on carbon dioxide emissions.

Implication – Policy implications of this study The government needs to formulate and implement comprehensive and effective environmental policies to mitigate negative impacts and increase the positive impact of variables GDP, FDI, population, forest area, and energy use on carbon dioxide emissions

Originality – This study contributed to analyzing the determinants of carbon dioxide emissions in five BRICS Countries using panel data analysis.

Abstrak

Tujuan – Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh aspek kegiatan ekonomi seperti *Gross Domestic Product (GDP)*, Foreign Direct Investment (FDI), populasi penduduk, luas kawasan hutan, dan *energy use* terhadap emisi karbon dioksida di lima Negara BRICS.

Metode – Metode penelitian yang digunakan yaitu analisis data panel di lima Negara BRICS periode 1994 sampai 2020.

Temuan – Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel *gross domestic product (GDP)*, *foreign direct investment (FDI)*, dan *energy use* masing masing berpengaruh positif terhadap emisi karbon dioksida di lima Negara BRICS, sedangkan luas kawasan hutan berpengaruh negatif. Variabel populasi penduduk tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap emisi karbon dioksida.

Implikasi – Implikasi kebijakan dari penelitian ini pemerintah perlu merumuskan dan menerapkan kebijakan lingkungan yang komprehensif dan efektif untuk memitigasi dampak negatif dan meningkatkan dampak positif variabel GDP, FDI, populasi penduduk, luas kawasan hutan, dan *energy use* terhadap emisi karbon dioksida.

Orisinalitas – Penelitian ini berkontribusi dalam menganalisis determinan emisi karbon dioksida di lima Negara BRICS dengan menggunakan analisis data panel.

Pendahuluan

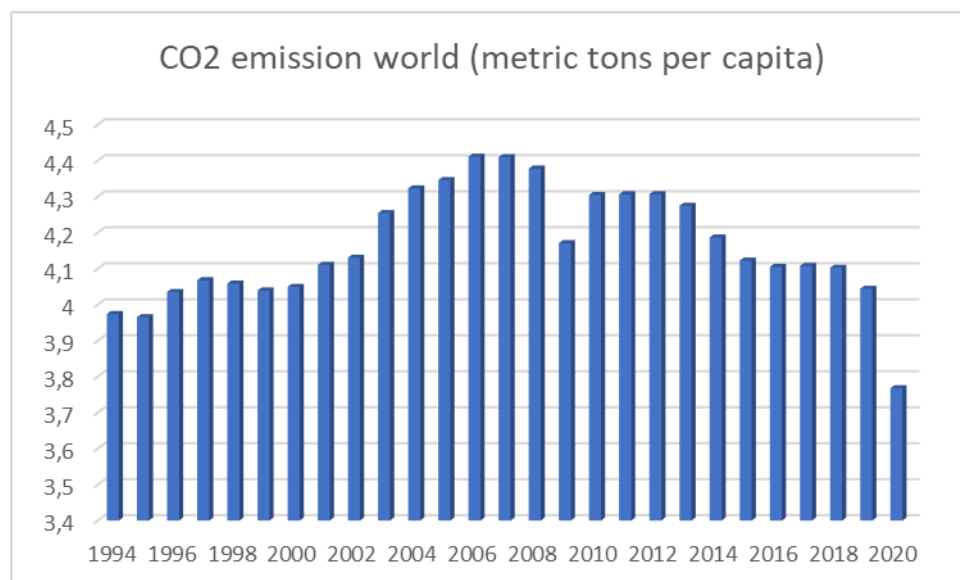
Dalam jangkauan internasional pada era globalisasi, pertumbuhan ekonomi yang pesat menimbulkan ketergantungan energi fosil untuk menunjang pondasi di berbagai sektor kegiatan manusia. Peningkatan aktivitas ekonomi, meskipun berkontribusi terhadap perkembangan manusia seringkali sejalan dengan peningkatan emisi gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO₂). Hubungan yang kompleks antara kegiatan ekonomi dan emisi CO₂ menjadi fokus dalam keberlanjutan lingkungan. Sebagian besar kegiatan ekonomi masih mengabaikan masalah lingkungan baik dari segi mikro ekonomi ataupun makro ekonomi. Secara garis besar teori ekonomi tidak menganggap masalah lingkungan menjadi ancaman bagi kehidupan. Cuaca ekstrem, perubahan iklim yang tidak menentu, udara yang semakin panas, bencana kebakaran hutan semakin marak serta aktivitas manusia yang berhubungan dengan pembuangan gas karbon dioksida merupakan sebab dari adanya pemanasan global. Peningkatan aktivitas ekonomi mampu meningkatkan pertumbuhan ekonomi melalui proses produksi barang dan jasa, namun terdapat kecenderungan limbah yang dihasilkan akan meningkat (Aida et al., 2022). Kaitan antara Pertumbuhan ekonomi dan kerusakan lingkungan dijelaskan dalam teori Environmental Kuznets Curve (EKC). Menurut Grossman dan 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. Shahbaz et al. (2013) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi mempunyai pengaruh positif terhadap emisi gas karbon dioksida. Demikian juga Amalina (2023) menyatakan bahwa GDP Per Kapita berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbon dioksida dalam jangka panjang maupun jangka pendek, namun demikian terdapat penelitian lain yang menyatakan sebaliknya bahwa pertumbuhan ekonomi mempunyai pengaruh negatif terhadap emisi karbon dioksida (Akram, 2012).

Hubungan internasional dari berbagai sudut dunia menjadikan *Foreign Direct Investment* aktor utama dalam peta ekonomi global. *Foreign Direct Investment* menjadi kekuatan penggerak utama ekonomi suatu negara. Perbedaan sumber daya alam menjadi alasan utama dalam bekerja sama menunjang pemanfaatannya. Beberapa negara yang miskin akan sumber daya alam seringkali menjadi pendorong pertumbuhan ekonomi, membawa masuk modal, teknologi, dan praktik manajemen baru kepada negara yang memiliki sumber daya alam yang memadai. Kerja sama yang dilakukan demi memenuhi kebutuhan suatu negara dengan *Foreign Direct Investment* menjadi konsentrasi penting terhadap peningkatan industri. Peningkatan industri akibat *Foreign Direct Investment* menjadi penyebab utama peningkatan emisi karbon dioksida (CO₂). Mahendra (2023) dan Murniati (2018) dalam penelitiannya, menyatakan bahwa *Foreign Direct Investment* (FDI) berpengaruh signifikan terhadap emisi CO₂. Namun tidak demikian menurut Kizilkaya (2017) dalam penelitiannya tidak menemukan hubungan yang signifikan antara investasi asing langsung dan emisi CO₂.

Peningkatan populasi akibat adanya urbanisasi dari berbagai dunia telah menyebabkan peningkatan mobilitas penduduk, terutama menggunakan kendaraan bermotor. Mobilisasi ini bertujuan untuk mendukung kehidupan kota yang dinamis, akan tetapi sering menggunakan sumber daya energi fosil. Transportasi pribadi maupun umum memberikan kontribusi besar terhadap emisi CO₂ sebab kendaraan yang digunakan masih menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber daya utama. Penurunan luas hutan yang terjadi menjadi faktor meningkatnya emisi karbon dioksida, sebab hutan berperan sebagai penyerap karbon yang besar dan menyimpan karbon dalam biomassa dan tanah. Dari segi ekonomi, penurunan hutan disebabkan oleh permintaan lahan guna Pembangunan infrastruktur, pemukiman, dan industri. Pada umumnya proses ini melibatkan perubahan penggunaan lahan yang mengeluarkan karbon ke atmosfer. Dalam menunjang kegiatan ekonomi seringkali pengelolaan hutan tidak berkelanjutan. Penebangan liar dan praktik-praktik yang merusak ekosistem hutan menyebabkan penurunan luas hutan. Widyawati

(2021) dalam penelitiannya menyimpulkan populasi penduduk kota berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida di Negara ASEAN tahun 2000-2014.

Pertumbuhan ekonomi selalu diiringi oleh peningkatan konsumsi energi fosil, seperti batu bara, minyak, dan gas. Sektor ekonomi hampir sebagian besar mengandalkan sumber daya ini untuk memenuhi kebutuhan energi mereka dimulai dari kegiatan industri, transportasi, dan pembangkit listrik. Dari berbagai energi yang dibutuhkan untuk menunjang kegiatan manusia sering kali energi fosil menjadi penyumbang utama dalam meningkatnya emisi CO₂. Penambahan kebutuhan energi untuk mendukung aktivitas ekonomi yang semakin hari semakin krusial dalam penggunaan besar-besaran secara langsung terkait dengan peningkatan penggunaan energi berupa bahan bakar fosil, yang mengakibatkan tumbuhnya emisi karbon dioksida. Emisi karbon tumbuh akibat adanya *foreign direct investment* dalam pemodalannya suatu industri, penggunaan energi yang dilakukan setiap mobilitas manusia, dan kualitas hutan yang semakin menurun menyebabkan efek buruk bagi manusia. Emisi karbon akibat pemanasan global menjadi konsentrasi serius bagi negara-negara dengan populasi penduduk yang tinggi dan menciptakan kegiatan ekonomi yang besar. Menurut Amalina (2023) bahwa konsumsi energi berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbon dioksida dalam jangka panjang maupun jangka pendek.



Sumber : *World Bank*, 2022 (data diolah)

Gambar 1. CO2 Emission World (metric tons per capita)

Perkembangan emisi karbon dioksida dari tahun 1994 hingga 2007 cenderung mengalami *trend* meningkat akan tetapi selama krisis ekonomi global pada 2008-2009, emisi karbon dioksida mengalami penurunan akibat lambatnya aktivitas industri dan produksi global. Kesadaran akan perubahan iklim terjadi pada tahun 2010-an dimana banyak negara mulai membuat kebijakan energi terbarukan, energi bersih, dan efisiensi energi demi mengurangi ketergantungan bahan bakar fosil. Krisis kesehatan global yang terjadi pada tahun 2020 menjadikan pemerintah memiliki konsentrasi serius terhadap memperlambat penyebaran virus. Dalam melakukan pelambatan penyebaran virus pemerintah meningkatkan porsi penggunaan energi yang awalnya 5% pada pertengahan maret menjadi 50% pada pertengahan april di beberapa negara Eropa dan Amerika Serikat.

Isu pemanasan global menciptakan kesadaran internasional terutama kelompok negara besar BRICS, beberapa negara mulai fokus dalam menangani emisi CO₂ dan gas rumah kaca yang berbahaya lainnya. Adanya integrasi antar negara yang dimana setiap negara beraliansi untuk menunjang kegiatan ekonomi seperti negara-negara BRICS (Brazil, Russia, India, China, dan *South Africa*). Dengan populasi penduduk yang besar dan pertumbuhan ekonomi yang pesat tentu adanya penurunan kualitas lingkungan dan meningkatnya emisi karbon dioksida. Fokus pembahasan emisi CO₂ dilandaskan oleh fakta bahwa negara-negara yang bertanggung jawab akibat emisi gas rumah kaca yang dilakukan menurut proses historis guna dilakukannya pengurangan.

Dari uraian latar belakang diatas, penelitian ini menganalisis hubungan antara pertumbuhan ekonomi, FDI, populasi penduduk, kawasan hutan, konsumsi energi, dengan emisi karbon dioksida di negara negara BRICS. Hal ini menarik untuk diteliti melihat kondisi ekonomi yang terjadi berdasarkan data, BRICS mengalami *trend* dalam pertumbuhan ekonomi dari tahun ke tahun. Total investasi asing pada negara BRICS menjadi penunjang bagi kegiatan ekonomi dimulai dari kegiatan industri ataupun transportasi. Populasi yang mengalami kenaikan pun juga ikut andil dalam pertumbuhan emisi karbon dioksida. Penurunan kualitas dan lahan hutan akibat pembangunan infrastruktur yang terjadi menjadikan alasan emisi karbon dioksida semakin tumbuh. Penggunaan energi untuk kegiatan industri pada negara BRICS cenderung meningkat setiap tahunnya yang menimbulkan emisi karbon dioksida merajalela.

Metode Penelitian

Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data panel di lima negara BRICS yaitu Brazil, Russia, India, China, dan Afrika Selatan dari tahun 1994 hingga 2020. Data diperoleh dari World Bank dan Our World in Data.

Definisi Operasional Variabel

Variabel yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Emisi Karbon dioksida (CO₂)
Emisi karbon dioksida berasal dari aktivitas pembakaran bahan bakar fosil seperti minyak, batu bara, dan gas untuk keperluan energi, termasuk pembakaran kayu dan limbah. Selain itu, proses industri seperti pembuatan semen juga berkontribusi terhadap emisi ini. Emisi CO₂ merupakan salah satu indikator dari sekian banyak gas rumah kaca yang dapat dipancarkan oleh suatu negara. Rata rata Emisi karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan suatu negara diukur dengan jumlah emisi karbon dioksida (CO₂) metric ton per kapita.
2. Gross Domestic Product (GDP)
Gross Domestic Bruto Purchasing Power Parity (GDP, PPP) ini menunjukkan nilai GDP yang merujuk dalam dolar internasional saat ini dan dikonversi menggunakan faktor konversi Paritas Daya Beli (PPP) dengan satuan US \$.
3. *Foreign Direct Investment* (FDI)
Investasi langsung asing (*Foreign Direct Investment/FDI*) adalah penanaman modal asing langsung yang diukur dari arus masuk bersih dari investasi, dengan satuan US \$.
4. Populasi penduduk
Jumlah penduduk dihitung berdasarkan definisi de facto populasi, yaitu mencakup seluruh penduduk tanpa mempertimbangkan status hukum atau kewarganegaraan mereka. Total populasi dihitung sebagai jumlah penduduk yang terdaftar di lembaga administratif negara dengan satuan jiwa.
5. Kawasan hutan (*Forest Area*)
Kawasan hutan adalah lahan yang ditumbuhi tegakan pohon secara alamiah atau yang ditanam dengan ketinggian minimal 5 meter, baik yang produktif maupun tidak, dan tidak termasuk tegakan pohon dalam sistem produksi pertanian (misalnya, di perkebunan buah dan sistem wanatani) serta pepohonan di taman dan kebun kota. Kawasan hutan diukur dalam satuan kilometer persegi.
6. Penggunaan energi (*energy use*)
Penggunaan energi per orang tidak hanya mencakup listrik, tetapi juga area konsumsi lainnya termasuk transportasi, pemanas, dan memasak. Penggunaan energi per individu dihitung sebagai total konsumsi energi dalam suatu negara selama periode waktu tertentu, yang kemudian dibagi dengan jumlah penduduk pada saat itu. Penggunaan energi diukur dalam satuan kilowatt-jam (kWh).

Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis data panel. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$CO2_{it} = \beta_0 + \beta_1 GDP_{it} + \beta_2 FDI_{it} + \beta_3 PP_{it} + \beta_4 FA_{it} + \beta_5 EU_{it} + \varepsilon_{it}$$

Keterangan:

$CO2_{it}$ adalah Emisi Karbon dioksida (metric ton per kapita)

GDP_{it} adalah *Gross Domestic Product* (US\$)

FDI_{it} adalah *Foreign Direct Investment* (US\$)

PP_{it} adalah Populasi Penduduk (jiwa)

FA_{it} adalah Kawasan Hutan/*Forest Area* (kilometer persegi)

EU_{it} adalah Penggunaan energi/*Energy Use* (kilowatt-jam/kWh)

i adalah Banyaknya observasi (5 Negara BRICS)

t adalah Banyaknya waktu (Periode 1994-2020)

ε adalah Error term

Pemilihan model terbaik untuk regresi data panel, terdapat tiga pengujian yang digunakan untuk menentukannya, yaitu uji *Chow* digunakan untuk menguji kesesuaian data dari metode *Common Effect* dan data dari metode *Fixed Effect*, uji *Hausman* untuk menguji kesesuaian data antara *Random Effect* dengan *Fixed Effect*, dan uji LM untuk menguji kesesuaian antara model *Common Effect* dan *Random Effect*.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Deskriptif

Dalam penelitian ini, digunakan statistika deskriptif untuk mengungkapkan nilai maksimum, nilai minimum, dan rata-rata dari setiap variabel yang diamati, yaitu *Gross Domestic Product* (GDP), *Foreign Direct Investment* (FDI), populasi penduduk, luas kawasan hutan, dan *energy use*. Berikut adalah hasil dari analisis statistika deskriptif:

Tabel 1. Hasil Deskripsi Data

	CO2	GDP	FDI	PP	FA	EU
Mean	5.309.147	4.08E+12	-2.67E+10	5.76E+08	3240490.	2.328.993
Maximum	1.188.495	2.43E+13	4.17E+10	1.41E+09	8153116.	5.800.000
Minimum	0.725622	2.91E+11	-2.32E+11	43267982	170500.9	3.000.000
Std. Dev.	3.788.484	4.92E+12	4.46E+10	5.58E+08	3036129.	1.699.496
Observations	135	135	135	135	135	135

Sumber: data diolah

Berdasarkan tabel di atas, emisi karbon dioksida di lima negara BRICS memiliki rata rata sebesar 5.309.147 metric ton, dengan nilai tertinggi mencapai 1.188.49 metric ton dan terendah mencapai 0,726 metric ton. Rata rata nilai GDP negara lima Negara BRICS sebesar 4,080 trilyun US\$ dengan nilai tertinggi mencapai 24,300 triliun US\$ dan nilai terendah mencapai 291 milyar US\$. Sementara itu nilai rata-rata nilai variabel FDI dari negara BRICS sebesar -26,700 US\$ dengan nilai tertinggi mencapai 41,700 miliar US\$ dan terendah mencapai -232 miliar US\$. Untuk nilai rata-rata jumlah populasi penduduk sebesar 576 juta jiwa dan dengan nilai tertinggi mencapai 1.410 juta jiwa dan nilai terendah mencapai 43.267.982 jiwa. Selanjutnya luas kawasan hutan negara BRICS memiliki nilai rata rata 3.240.490 kilometer persegi dan dengan nilai tertinggi mencapai 8.153.116 km persegi dan nilai terendah mencapai 170.500,9 kilometer persegi. Penggunaan energi (*energy use*) di lima negara BRICS memiliki nilai rata rata 2.328.993 kWh dan dengan nilai tertinggi mencapai 5.800.000 Kwh serta nilai terendah mencapai 3.000.000 kWh.

Analisis Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil Uji *Chow* dan *Hausman* Test dapat disimpulkan bahwa model terbaik yang digunakan adalah *Fixed Effect Model (FEM)*. Model *Fixed Effect* mengasumsikan bahwa dari waktu ke waktu, objek penelitian atau koefisien regresi memiliki nilai tetap yang sama, dengan variasi intersep namun slope-nya konstan antara individu dan periode waktu.

Tabel 2. Model Regresi Terpilih (*Fixed Effect*)

Variabel	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDP	6.51E-14	3.09E-14	2.104.281	0.0374
FDI	-3.69E-12	1.19E-12	-3.105.227	0.0024
PP	-4.45E-10	7.16E-10	-0.621234	0.5356
FA	8.79E-07	2.86E-07	3.073.622	0.0026
EU	0.175028	0.023776	7.361.510	0.0000
C	-1.723.641	1.293.919	-1.332.108	0.1852
R-squared		0.991099	F-statistic	1.546.560
Adjusted R-squared		0.990459	Prob(F-statistic)	0.000000

Sumber: data diolah

Uji Simultan (Uji F)

Berdasarkan hasil regresi tabel 2 di atas nilai dari *probabilitas* F sebesar $0.000000 < 0.05$ atau alpha (5%) yang berarti H_0 ditolak. Maka dengan ini dapat disimpulkan bahwa variabel independen secara simultan atau bersamaan mempengaruhi variabel dependen.

Koefisien Determinasi

Berdasarkan hasil regresi tabel 2 di atas, diketahui bahwa nilai koefisien determinasi sebesar 0.991099 atau 99,11 persen artinya variasi variabel emisi CO₂ dapat dijelaskan dalam variasi variabel independen yaitu *Gross Domestic Product (GDP)*, *Foreign Direct Investment (FDI)*, populasi penduduk, luas kawasan hutan, dan *energy use*. Sedangkan sisanya sebesar 0,89 persen dijelaskan oleh faktor lain di luar model.

Uji Parsial (Uji t)

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan analisis regresi data panel, dapat disimpulkan bahwa GDP berpengaruh positif terhadap emisi karbon dioksida. Hasil yang diperoleh selaras dengan penelitian Ramadhan, H., Marselina, M., Nirmala, T., Aida, N., & Ratih, A. (2023).

Nilai koefisien sebesar 6.51E-14 dapat diartikan bahwa kenaikan *Gross Domestic Product* negara BRICS sebesar 1 US\$ akan meningkatkan emisi karbon dioksida sebesar 6.51E-14 metric ton per kapita. Hal ini sesuai dengan teori *Environmental Kuznets Curve* dimana konsep tersebut dijelaskan bahwa pada tahap awal pembangunan, ketika suatu negara memulai upaya pengembangan ekonominya atau ketika ekonomi mulai tumbuh, tingkat degradasi lingkungan kemungkinan akan tinggi. Penelitian ini juga didukung penelitian sebelumnya dimana perekonomian di sebuah negara mayoritas ditopang oleh kegiatan industri dan menggunakan energi fosil (Winda, B. S., & Falianty, T. A. 2023) dan Ramadhan, et al (2023).

Dari hasil pengujian didapatkan pengaruh signifikan negatif antara FDI dengan emisi karbon dioksida, yang berarti hipotesis tidak terbukti. Dampak FDI terhadap lingkungan juga bisa positif; dalam hal ini, peningkatan FDI menghasilkan penurunan emisi lingkungan. Secara teori, hal ini disebut sebagai hipotesis halo polusi. Efek halo ini didukung oleh asumsi bahwa perusahaan milik asing lebih hemat energi dan menggunakan proses produksi yang lebih bersih dibandingkan perusahaan dalam negeri. Sekalipun FDI tidak menggunakan teknologi yang paling ramah lingkungan, mereka lebih cenderung menggunakan teknologi yang lebih ramah lingkungan

dibandingkan dengan teknologi yang sudah ada dan digunakan oleh perusahaan-perusahaan domestik di negara-negara berkembang. Selain itu, melalui limpahan teknologi, kemungkinan besar perusahaan asing akan mentransfer teknologi ramah lingkungan mereka ke perusahaan lokal sehingga menghasilkan pengurangan emisi secara keseluruhan. Melalui FDI, ada kemungkinan bahwa teknologi dan praktik ramah lingkungan atau hijau akan ditransfer ke negara-negara berkembang (Golub et al., 2011). Secara empiris, hipotesis ini didukung oleh banyak penelitian. Gunnar dan Harrison (2003), misalnya, menemukan bahwa investasi keluar AS di negara-negara berkembang lebih hemat energi dan menggunakan lebih banyak energi bersih dibandingkan dengan negara-negara lokal.

Secara parsial variabel Populasi Penduduk tidak memiliki pengaruh terhadap Emisi Karbon dioksida, yang artinya tidak sesuai dengan hipotesis. Hal ini disebabkan Implementasi kebijakan lingkungan yang efektif dapat membantu mengendalikan emisi karbon meskipun ada peningkatan populasi disebabkan oleh faktor lain seperti sumber daya manusia yang sadar akan pentingnya menjaga lingkungan dan kebijakan lingkungan yang ketat dengan meningkatkan sumber energi terbarukan (Larissa dan Eduardo, 2022).

Luas Kawasan Hutan memiliki pengaruh terhadap Emisi Karbon dioksida namun secara positif. Hal ini kemungkinan disebabkan aktivitas deforestasi atau penggundulan hutan yang signifikan, yang dapat mengakibatkan pelepasan besar-besaran karbon dioksida ke atmosfer. Dapat juga kawasan hutan mengalami stres ekologi, misalnya karena perubahan iklim, serangan hama atau penyakit, ini dapat mengurangi kapasitas hutan untuk menyimpan karbon dan bahkan menyebabkan pelepasan karbon. Hasil penelitian ini sejalan dengan Ridwan (2017) serta Kurniarahma dan Prasetyanto (2020).

Variabel *Energy Use* memiliki pengaruh positif terhadap Emisi Karbon dioksida. Berdasarkan hasil estimasi didapatkan nilai koefisien sebesar 0.175028 dapat diartikan bahwa kenaikan dari *Energy Use* negara BRICS sebesar 1 kWh akan meningkatkan emisi karbon dioksida sebesar 0.175028 metric ton per kapita. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yakni komponen penting dalam penggerak aktivitas ekonomi yakni energi, akan tetapi dalam hal penggunaannya energi dapat mencemarkan lingkungan dari limbah dan polusi yang bersumber dari hasil pembakaran bahan bakar fosil. Hasil ini selaras dengan penelitian Aisah (2019), Fauzi (2017) dan Abdullah (2019).

Hasil Estimasi dengan Pembeda Cross Effect

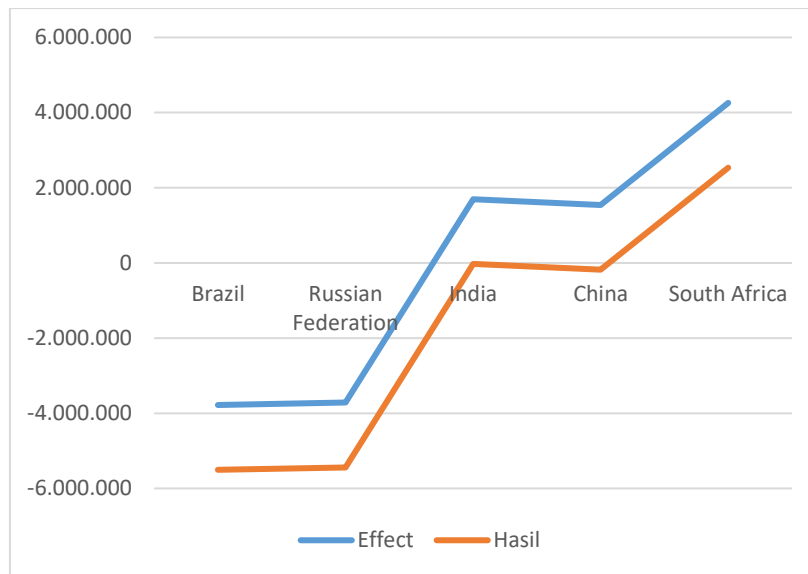
Diperoleh dengan menjumlahkan konstanta pada persamaan estimasi dan koefisien pada pembeda *cross effect* yang mana koefisien pembeda cross effect sendiri terdapat pada setiap unit dalam penelitian. Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat koefisien intersep emisi karbon dioksida (CO₂) di masing-masing negara BRICS (Brazil, Russia, India, China, dan Afrika Selatan) tahun 1994–2020.

Tabel 3. Koefisien intersep emisi CO₂ di 5 Negara BRICS

Negara	Koefisien C	Effect	Hasil
Brazil	-1.723.641	-3.780.532	-5.504.173
Russian Federation	-1.723.641	-3.716.377	-5.440.018
India	-1.723.641	1.695.294	-28.347
China	-1.723.641	1.543.626	-180.015
South Africa	-1.723.641	4.257.990	2.534.349

Sumber: data diolah

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat koefisien intersep emisi karbon dioksida (CO₂) di masing-masing negara BRICS (Brazil, Russia, India, China, dan Afrika Selatan) tahun 1994–2020.



Gambar 2. Cross Section Effect

Berdasarkan grafik diatas bahwasanya negara South Africa memiliki nilai konstanta emisi karbon dioksida tertinggi yakni sebesar 2,534,349 kemudian negara terendah adalah Brazil yakni sebesar -5,504,173.

Kesimpulan dan Implikasi

Berdasarkan hasil olah data dapat disimpulkan bahwa variabel *Gross Domestic Product (GDP)* dan *energy use* berpengaruh positif terhadap emisi karbon dioksida dimana jika terdapat kenaikan variabel tersebut maka akan meningkatkan emisi karbon dioksida. Sementara untuk hipotesis variabel *foreign direct invesment* berpengaruh positif tidak terbukti, justru FDI secara signifikan mengurangi emisi lingkungan, sedangkan hipotesis variabel luas kawasan hutan berpengaruh negatif juga tidak terbukti, hal ini dikarenakan ketika hutan dirobokkan atau terbakar, banyak karbon yang disimpan dalam pohon-pohon tersebut dilepaskan ke atmosfer. Dengan menjaga hutan tetap utuh, emisi ini dapat dicegah. Hutan juga membantu mengurangi emisi CO₂ dengan mencegah deforestasi. Sedangkan variabel populasi tidak berpengaruh terhadap emisi CO₂.

Selama periode penelitian ditemukan bahwa South Africa memiliki tingkat emisi karbon dioksida tertinggi yang mungkin disebabkan oleh aktivitas industri dan produksi energi, sedangkan Brazil memiliki tingkat emisi karbon dioksida terendah yang kemungkinan mencerminkan memiliki pengelolaan emisi karbon dioksida dengan baik.

Daftar Pustaka

- Abdullah, M. H. (2019). *Relevansi Teori Environmental Kznets Curve Terhadap Degradasi Lingkungan di Tiga Klasifikasi Negara Tahun 1985-2014*. Fakultas Ekonomi dan Bisnis UIN Jakarta. <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/48044>
- 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)*. <https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.7-10-2021.2316225>
- Aisah, S. (2019). *Pengaruh Foreign Direct Investment (FDI) dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Emisi Karbon dioksida di Indonesia*. Program Studi Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi Universitas Jember, 1–76. <https://repository.unej.ac.id/jspui/bitstream/123456789/96479/1/Siti%20Aisah-150810101179.pdf>

- Akram, N. (2012). Is Climate Change Hindering Economic Growth of ASIAN Economies?. *Asia-Pacific Development Journal*. 19(2), 1-18. <https://www.unescap.org/sites/default/files/chap-1-Akram.pdf>
- Apsari Nur Prinadi, Apsari N., et al. (2022). Dampak Pertumbuhan Ekonomi, Nilai Tambah Industri, Dan Populasi Terhadap Emisi Karbon Dioksida Di Kawasan ASEAN. *Prosiding Nasional 2022 Universitas Abdurachman Saleh SITubondo*. <file:///D:/Downloads/2303-206-11739-1-10-20221018.pdf>
- Christy, Azarya H. & Racmad K. (2022). Pertumbuhan Ekonomi Dan Emisi Karbon Analisis Hipotesis Environmental Kuznets Curve (Ekc) Pada Negara High Income Di Kawasan ASEAN Tahun 1998-2018. *Journal Development Economic and Social Studies*. 1(4). 520-528
- Demena, Binyam A., Afesorgbor, Sylvanus K.. (2020).The effect of FDI on environmental emissions: Evidence from a meta-analysis. *Energy Policy*. Elsevier. Vol.138. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111192>
- Eskeland, Gunnar S. & Harrison, Ann E., (2003). Moving to greener pastures? Multinationals and the pollution haven hypothesis. *Journal of Development Economics*, Elsevier, 70(1), 1-23. <https://ideas.repec.org/a/eee/deveco/v70y2003i1p1-23.html>
- Fauzi, Ridwan (2017) Pengaruh Konsumsi Energi, Luas Kawasan Hutan dan Pertumbuhan Ekonomi terhadap Emisi CO₂ (Enam) Negara aAnggota ASEAN : Pendekatan Analisis Data Panel. *Ecolab*. 11(1). 1 – 52.
<http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/JKLH/article/view/4850>
- Ferdian Guswan D, Catur Sugiyanto. (2021). *Analisis Pengaruh Konsumsi Energi Terbarukan Dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Emisi CO₂ Di 10 Negara Berkembang*. <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/195109>
- Golub, S.S., Kauffmann, C., Yeres, P. (2011). Defining and Measuring Green FDI. Organization for Economic Development and Cooperation. *Working paper*. 2011/102. https://www.oecd.org/daf/inv/investment-policy/WP-2011_2.pdf
- Grossman, Gene M. and Alan B. Krueger. (1995) Economic Growth and the Environment. *The Quarterly Journal of Economics*. 110(2)., 353-377. <https://www.jstor.org/stable/2118443>
- Kizilkaya, O. (2017). The Impact of Economic Growth and Foreign Direct Investment on CO₂ Emissions: *The Case of Turkey*. *Turkish Economic Review*, 4(1), 106–118. <http://www.kspjournals.org/index.php/TER/article/view/1173>.
- 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. <https://jom.untidar.ac.id/index.php/dinamic/article/view/1429>
- Larissa Basso & Eduardo Viola. (2022). Apakah BRICS Terlibat dalam Transisi Rendah Karbon?. *Journal Brazilian Center for International Relations*. 1(4). <https://cebri.org/revista/en/artigo/62/are-the-brics-engaged-in-the-low-carbon-transition>
- Mahendra, Yusril. I. (2023). *Analisis Pengaruh Populasi Penduduk, Foreign Direct Investment (FDI) Dan Control Of Corruption Terhadap Emisi Karbon Dioksida (Studi Kasus 9 Negara ASEAN Periode 2011-2020)*. <http://digilib.unila.ac.id/70181/>
- Murniati (2018). *Pengujian Hipotesis Environmental Kuznets Curve (EKC) Di Asia Timur Dan Asia Tenggara*. <https://digilib.unila.ac.id/32846/>
- Nur Amalina, Ikramina S., Heru Wahyudi. Ukhti Ciptawaty (2023). Pengaruh GDP Per Kapita, dan Konsumsi Energi Terhadap Emisi CO₂ di Indonesia. *Journal on Education*. 6(01). 6508-6517. <http://jonedu.org/index.php/joe>

- Pratiwi, Dwi R. (2021). Analisis Hubungan Kausalitas Pertumbuhan Ekonomi, Konsumsi Energi, Dan Emisi CO2 Di Indonesia Pada Periode 1980-2019. *Jurnal Budget*. 6(1). 17-35. <file:///D:/Downloads/2.jurnal-budget-Vol6Ed1-2021-40-58.pdf>
- Rahmandani, N., Dewi, E. P.(2023). Pengaruh Energi Terbarukan, Emisi Karbon, Dan Foreign Direct Investment Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Negara Anggota OKI. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 9(1), 405–417. <https://www.jurnal.stie-aas.ac.id/index.php/jei/article/view/6962>
- Ramadhan, H., et al (2023). Analisis Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Emisi Gas Karbon Dioksida Pada Negara G20. 03(01), 44–50. <https://journal.unbara.ac.id/index.php/klassen>
- Our World In Data. 2020. Energy. <https://ourworldindata.org/energy>
- Sekar Palupi, P. G., Muchtar, M., & Sihombing, P. R. (2023). Pengaruh Pajak Karbon, Penggunaan Bahan Bakar Fosil, Dan Pertumbuhan PDB Terhadap Emisi Karbon. *Jurnalku*, 3(2), 119–127. <https://doi.org/10.54957/jurnalku.v3i2.385>
- Shahbaz, M., Hye, Q. M. A., Tiwari, A. K., & Leitão, N. C. (2013). Economic Growth, Energy Consumption, Financial Development, International Trade and CO2 Emissions in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 109–121. <https://doi.org/doi:10.1016/j.rser.2013.04.009>.
- Siregar, S. W., & Hasbi. (2023). Analisis Pengaruh Keterbukaan Perdagangan, Konsumsi Energi, Dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Emisi Karbon Di Negara D-8. *Jurnal Magister Ekonomi Syariah*, 2(1), 61–77. <https://ejournal.uin-suka.ac.id/febi/jmes/article/view/1984>
- Winda, B. S., & Falianty, T. A. (2023). Pengaruh Foreign Direct Investment Terhadap Emisi Gas CO2 di Negara G20. *Al Qalam: Jurnal Ilmiah Keagamaan Dan Kemasyarakatan*, 17(3), 1989. <https://doi.org/10.35931/aq.v17i3.2163>
- Widyawati, RF., Ermatry Hariani, Andi Lopa Ginting, Elisabeth Nainggolan. (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://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jaj/article/view/11193>
- World Bank. 2020. *World Development Indicators*. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- 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.