

**PENERAPAN GREEN ECONOMY: SEBERAPA HIJAU EKONOMI INDONESIA
DITINJAU DARI PERTUMBUHAN EKONOMI, POPULASI, DAN ENERGI
TERBARUKAN TAHUN 1990-2020**

Muhammad Rayhan Ali Ferdiansyah¹, Muhammad Reza Andriansyah², Ayang Maretasari³, dan Yuliwindarti⁴

^{1, 2, 3, 4} Pembangunan Ekonomi Kewilayahan, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

muhammad.ray2003@mail.ugm.ac.id, muhammad.reza.andriansyah@mail.ugm.ac.id,
ayang.maretasari@mail.ugm.ac.id, yuliwindarti@mail.ugm.ac.id

Abstract

Green economy is an economic development concept that combines economic development and sustainability. In this concept, development is not only concerned with GDP growth as an indicator of success but also other variables divided in three pillars, economic, social, and environment. On the global scale, many developments have not been particularly interested in sustainability, at least before the recent rise of carbon emission. Green economy as a concept spread to the whole world, including Indonesia. This study aims to investigate the implementation of green economy in Indonesia through the three pillars of green economy: economic through GDP growth and foreign direct investment, social through population growth, and environment through percentage of renewable energy from total energy. This study uses quantitative method mainly ordinary least squares regression. The results are quite interesting, while the impact of GDP growth and population growth follow common conception, meaning it worsens the carbon emission rate, this is also true for the impact of renewable energy on carbon emission which while not significant, it still reduces carbon emission rate. On the other hand, foreign direct investment surprisingly reduces carbon emissions in Indonesia. This is due to the agricultural nature of Indonesia and quite a huge portion of foreign investment is directed to the agriculture sector.

Keywords: *green economy, economic growth, foreign investment, renewable energy, population*

Pendahuluan

Green Economy yaitu usaha atau aktivitas ekonomi yang dilakukan guna menciptakan atau meningkatkan kesejahteraan manusia serta keadilan manusia dalam jangka panjang, dalam hal aktivitas produksi, distribusi, serta konsumsi barang dan jasa, yang mana hal tersebut secara signifikan dapat mengurangi adanya kerusakan ekologi maupun lingkungan (*United Nation Environment Program*, 2011). *United Nation Environment Program* ini menafsirkan konsep dari *green economy* sebagai suatu aktivitas perekonomian yang rendah karbon dengan pemakaian sumber daya yang efektif dan efisien, serta inklusif secara sosial. Adanya *green economy* ini dapat digunakan untuk memacu adanya inovasi serta investasi dalam hal mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan (Kaszetal, 2017). *Green Economy* berdasarkan pada tiga pilar, yaitu lingkungan, sosial, dan ekonomi. *Green Economy* menjadi fokus di seluruh dunia. Hal ini dikarenakan adanya peningkatan aktivitas ekonomi dan populasi manusia mengakibatkan sumber

daya energi terutama energi tak terbarukan terus dieksploitasi untuk pembangunan yang berdampak pada memburuknya kualitas lingkungan dan menyebabkan pertumbuhan emisi gas rumah kaca. Kondisi lingkungan yang semakin memburuk ini telah mendorong terbentuknya *Green Economy* sebagai solusi untuk pembangunan ekonomi tetapi tidak mengorbankan kelestarian lingkungan (Ansari et al. 2020; Aziz et al. 2020).

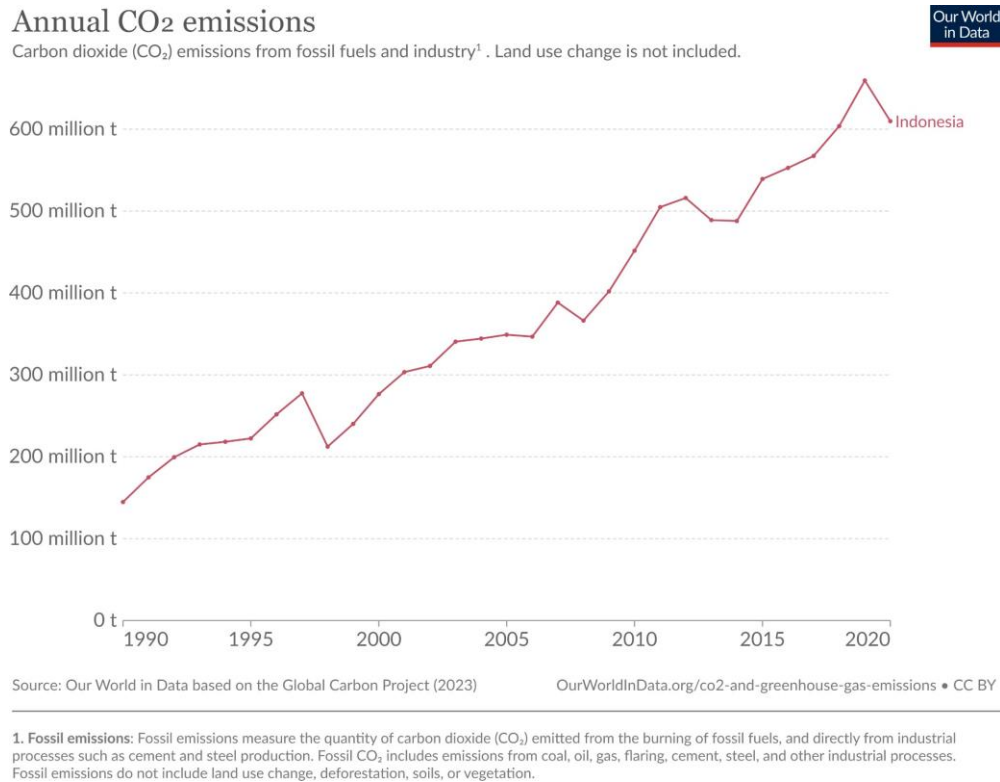
Pertumbuhan ekonomi suatu negara dihitung menggunakan PDB. Pertumbuhan berbagai sektor menjadi penentu untuk pembangunan ekonomi. Pembangunan ekonomi berkaitan dengan aktivitas produksi dan konsumsi yang juga berkaitan erat dengan masalah lingkungan. Harapannya, pertumbuhan sektor ekonomi dapat memberikan kontribusi positif terhadap kelestarian lingkungan. Akan tetapi, realitanya pertumbuhan sektor ekonomi justru menjadi penyebab kerusakan lingkungan. Hal ini sesuai dengan Hipotesis Environmental Kuznets Curve (EKC) tahun 1995 di mana pertumbuhan ekonomi berbasis industri akan meningkatkan kerusakan lingkungan, padahal kelestarian lingkungan juga memiliki peran yang sangat penting dalam keberlanjutan ekonomi (Grossman dan Krueger, 1995). *Green economy* berusaha mengatasi masalah yang timbul dari tumbuhnya perekonomian ini.

Green economy sendiri dipecah menjadi 3 pilar utama yaitu pilar ekonomi, sosial, dan lingkungan. Semua pilar itu berperan penting dalam keberhasilan *green economy*, hal ini karena Green Economy dapat mencegah kerusakan lingkungan akibat aktivitas perekonomian yang tamak. Peran lainnya mampu mewujudkan pembangunan serta pertumbuhan perekonomian yang berkelanjutan dan berkeadilan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat apakah penerapan *green economy* di Indonesia sudah berhasil dengan meninjau tiga pilar tersebut. Penelitian ini menggunakan beberapa variabel yang merepresentasikan pilar tersebut. Untuk yang merepresentasikan pilar ekonomi, penulis memilih pertumbuhan ekonomi dan investasi asing sebagai variabel untuk dianalisis. Hal ini untuk melihat apakah ekonomi yang selama ini dijalankan sudah sesuai dengan prinsip *green economy*. Dipilihnya dua variabel ekonomi ini juga untuk merepresentasikan ekonomi internal dan eksternal Indonesia, sehingga bisa terlihat jelas bagian mana yang lebih berpengaruh pada keberhasilan *green economy*.

Pilar selanjutnya adalah pilar sosial, penulis memilih pertumbuhan populasi di Indonesia sebagai variabel yang merepresentasikannya. Manusia memegang peranan penting dalam aktivitas ekonomi dan memiliki keputusan untuk menjaga atau merusak lingkungan dalam melaksanakan aktivitas tersebut. Semakin tinggi jumlah populasi cenderung meningkatkan aktivitas ekonomi juga, maka sangat relevan ketika jumlah populasi digunakan untuk melihat keberhasilan *green economy*.

Variabel yang terakhir adalah energi terbarukan atau tepatnya persentase energi terbarukan terhadap total energi di Indonesia, yang mana variabel ini akan merepresentasikan pilar lingkungan. Energi merupakan salah satu bagian penting dari aktivitas ekonomi, di mana hampir semua aktivitas ekonomi di Indonesia saat ini menggunakan energi di satu atau semua aspeknya. Penggunaan energi sangat bisa meningkatkan kerusakan lingkungan jika tidak dikontrol, apalagi menggunakan energi yang tidak terbarukan. Eksploitasi lingkungan saat pengambilan materialnya dan pencemaran udara ketika pengolahannya tak terelakkan. Maka dari itu, munculnya energi terbarukan seharusnya membantu perekonomian dalam menerapkan *green economy*. Energi terbarukan dapat mengurangi emisi karbon secara signifikan daripada pembakaran material-material energi tak terbarukan untuk dijadikan energi. Peneliti ingin melihat dampaknya kepada penerapan *green economy* di Indonesia dengan melihat efeknya dan melihat sekiranya apa yang perlu dilakukan kedepannya dari variabel ini.

Keberhasilan *green economy* terlihat dari penurunan emisi karbon dari tahun ke tahun, emisi karbon menjadi salah satu indikator utama dari *green economy* jika peningkatan emisi karbon tinggi maka bisa diartikan kalau penerapan *green economy* di Indonesia kurang berhasil dan sebaliknya. Terlihat dalam grafik berikut terkait fluktuasi emisi karbon total di Indonesia tahun 1990 sampai 2020.



Gambar 1. Fluktuasi Emisi Karbon Total

Sumber: Our World In Data

Dari grafik tersebut secara sekilas dapat dilihat kalau penerapan *green economy* di Indonesia masih kurang berhasil karena emisi karbon yang dihasilkan di Indonesia masih meningkat setiap tahunnya. Penelitian ini akan melihat bagaimana variabel yang dipilih berpengaruh dalam fluktuasi emisi karbon tersebut dan potensi solusi apa saja yang bisa diterapkan. Peneliti akan mengambil data selama 30 tahun ke belakang dari 1990 sampai tahun 2020 untuk melihat apakah pelaksanaan ekonomi Indonesia cenderung berkelanjutan atau tidak. Jangka waktu yang panjang ini juga diharapkan dapat mengurangi bias akibat data yang terlalu sedikit.

Berdasarkan uraian di atas, kelestarian lingkungan menjadi fokus utama dalam pembangunan. Dampak pembangunan yang mulai terlihat akibat tidak memperhatikan lingkungan menyebabkan kesadaran akan keberlanjutan semakin tinggi di beberapa tahun ke belakang ini. Penelitian ini utamanya ditujukan untuk melihat bagaimana dampak aktivitas ekonomi, sosial, dan lingkungan terhadap tingkat emisi karbon di Indonesia melihat *green economy* sekarang ini menjadi konsep yang relevan dalam pembangunan berkelanjutan dan terkait dalam pelaksanaan SDGs. Variabel yang dipakai saat ini mungkin sudah pernah diteliti

oleh penelitian lain secara terpisah, tim peneliti berusaha mengikutsertakan semua aspek dalam *green economy* di penelitian ini. Ditelitinya topik ini selama 30 tahun juga melihat bagaimana aktivitas di Indonesia apa saja yang bisa berpengaruh terhadap kinerja *green economy*, dari sana bisa diformulasikan kegiatan maupun kebijakan seperti apa untuk mendukung ekonomi keberlanjutan ini melalui *green economy*. Penelitian ini penting bagi pembuat kebijakan, peneliti ekonomi, dan masyarakat untuk menilai bagaimana dampak pertumbuhan ekonomi, peningkatan jumlah penduduk, investasi asing langsung dan energi terbarukan terhadap emisi karbon. Diharapkan pembangunan kedepannya akan lebih menerapkan konsep *green economy* setelah melihat hasil dari penelitian ini.

Berdasarkan penjelasan latar belakang yang sudah dipaparkan, penelitian ini menghasilkan rumusan masalah sebagai berikut: (1) Bagaimana hubungan antara pertumbuhan ekonomi, peningkatan jumlah penduduk, investasi asing langsung dan energi terbarukan terhadap emisi karbon?; (2) Bagaimana penerapan *Green Economy* di Indonesia?; (3) Kebijakan apa yang dapat membantu meningkatkan kualitas lingkungan yang sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk?. Fokus dari penelitian ini adalah melihat hubungan antara variabel-variabel yang dipilih ke kondisi *green economy* di Indonesia selama 30 tahun, selain masalah tersebut, rumusan masalah yang terkait juga diambil seperti bagaimana penerapannya dan kebijakan apa yang sesuai dengan kondisi tersebut.

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan yang akan dicapai antara lain: (1) Untuk mendeskripsikan hubungan antara pertumbuhan ekonomi, peningkatan jumlah penduduk, investasi asing langsung dan energi terbarukan terhadap emisi karbon; (2) Untuk mendeskripsikan bagaimana penerapan *Green Economy* di Indonesia; (3) Untuk mengetahui kebijakan apa saja yang dapat membantu meningkatkan kualitas lingkungan yang sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk. Fokus dari tujuan penelitian ini adalah untuk memaparkan bagaimana penerapan *Green Economy* di Indonesia dan memberikan saran berupa kebijakan yang tepat dari hasil penelitian.

Terdapat beberapa variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu emisi karbon, *foreign direct investment*, pertumbuhan ekonomi, populasi penduduk, dan Energi Terbarukan atau *renewable energy*. Emisi Karbon disini adalah suatu proses naiknya karbon dioksida (CO₂) menuju lapisan atmosfer yang mana hal tersebut terjadi secara alami ataupun akibat adanya aktivitas yang dilakukan oleh manusia seperti kegiatan industri manufaktur, pengurangan tutupan lahan hutan atau *deforestasi*, dan lain sebagainya. Menurut *The European Commission*, emisi karbon ini dimulai karena adanya bahan bakar fosil yang di bakar, lalu ada semen yang dibuat, dan adanya konsumsi dari bahan bakar, cair, gas, padat, dan pembakaran gas.

Variabel selanjutnya yang digunakan adalah *Foreign Direct Investment* (FDI). Menurut Krugman (1991) *Foreign Direct Investment* (FDI) adalah arus modal internasional yang digunakan suatu perusahaan yang memiliki atau memperluas usahanya di negara lain. Dana tersebut digunakan untuk menjalankan kegiatan operasional usaha dan pengadaan mesin, alat atau fasilitas usaha (Lutfi, 2016). *Foreign Direct Investment* (FDI) ikut meningkatkan pertumbuhan ekonomi berkelanjutan atau berkaitan dengan *Green Economy*. FDI memungkinkan terjadinya pertukaran informasi, manajerial dan masuknya teknologi - teknologi baru atau tidak hanya memindahkan modal saja ke suatu negara. Hal ini akan menguntungkan bagi negara bersangkutan.

Variabel selanjutnya yang digunakan adalah pertumbuhan ekonomi. Menurut Sukirno (2012, 29) pertumbuhan ekonomi adalah suatu perkembangan dari kegiatan ekonomi yang

digunakan dari waktu ke waktu sehingga menyebabkan berkembangnya pendapatan nasional riil. Sementara itu, menurut Prof. Simon Kuznets (Jhingan, 2000) pertumbuhan ekonomi adalah kenaikan jangka panjang pada kemampuan negara guna menambah jenis barang ekonomi untuk penduduknya.

Variabel selanjutnya yang digunakan adalah populasi penduduk. Menurut Mulyatiningsih (2011:19) Populasi adalah sekumpulan orang, tumbuhan, hewan atau benda yang memiliki karakteristik tertentu di mana populasi akan menjadi wilayah generalisasi kesimpulan dari hasil penelitian. Sementara itu, populasi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), penduduk adalah sebagai orang-orang yang mendiami suatu tempat baik daerah maupun negeri dan biasanya disebut sebagai aset dalam pembangunan atau sumber daya manusia (SDM) yang dimiliki suatu daerah. Jadi, populasi penduduk adalah sekumpulan orang atau individu yang bertempat tinggal di suatu daerah atau wilayah tertentu.

Variabel terakhir yang digunakan adalah Energi Terbarukan atau *Renewable Energy*. Menurut *United Nations* Energi Terbarukan atau *Renewable Energy* yaitu energi yang didapat atau berasal dari alam yang dapat digunakan berulang kali karena jumlah energi alamnya lebih banyak atau tinggi bila dibandingkan dengan konsumsinya, contohnya seperti: energi matahari, energi angin, energi air, dan lain sebagainya. Adanya energi terbarukan pada zaman sekarang ini juga karena hampir semua negara dalam memenuhi kebutuhan energinya didapatkan dari bahan energi yang tidak terbarukan (*non renewable energy*) seperti dari bahan fosil, misalnya batu bara dan gas alam, selain itu juga konsumsi energi suatu negara itu selalu meningkat dan menyebabkan emisi karbon ikut meningkat (Elum and Momodu, 2017).

Beberapa penelitian juga sudah pernah dilakukan terkait dengan penerapan *green economy* di berbagai wilayah studi. Seperti penelitian Muhammad Mohsin, dkk. (2022) dengan judul *Does energy use and economic growth allow for environmental sustainability? An empirical analysis of Pakistan*. Penelitian tersebut membahas pengaruh pertumbuhan ekonomi, penggunaan energi, investasi asing langsung, pertanian, industrialisasi, dan pertumbuhan penduduk kota terhadap kelestarian lingkungan yang dengan acuan emisi CO₂ dari tahun 1971 hingga 2018. Menggunakan metode ARDL untuk menentukan hubungan jangka panjang, Indeks Decoupling untuk memeriksa keterkaitan emisi CO₂ dengan kecepatan pertumbuhan variabel dan VECM untuk menentukan hubungan jangka pendek dan panjang. Berdasarkan hasil penelitian tersebut diketahui pertumbuhan ekonomi, penggunaan energi dan FDI berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi CO₂, sedangkan pertumbuhan pertanian, industrialisasi dan populasi perkotaan berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi CO₂.

Penelitian tentang pengaruh energi terbarukan dan investasi asing terhadap emisi karbon juga dilakukan oleh Widiastuti, dkk. (2020), yang berjudul *Do Foreign Investments And Renewable Energy Consumption Affect The Air Quality? Case Study Of Asean Countries* menemukan bahwa peningkatan investasi asing ke dalam negeri dengan studi kasus negara-negara ASEAN menunjukkan dampak positif pada peningkatan emisi karbon, dan penggunaan energi terbarukan menunjukkan dampak negatif kepada emisi karbon.

Penelitian lain yang relevan adalah dari Mendonca, dkk. (2020), dengan judul *Hierarchical modeling of the 50 largest economies to verify the impact of GDP, population and renewable energy generation in CO₂ emissions*. Penelitian ini menemukan kalau peningkatan populasi dan pertumbuhan ekonomi di 50 negara sampelnya meningkatkan emisi karbon. Sedangkan untuk energi terbarukan memiliki efek yang negatif terhadap emisi karbon.

Penelitian dari Wei Fang, dkk. (2022), dengan judul *Role of research and development in green economic growth through renewable energy development: Empirical evidence from South Asia* juga menjadi salah satu penelitian yang relevan dengan tema penelitian. Penelitian tersebut membahas mengenai dampak energi terbarukan, R&D, dan industrialisasi pada pertumbuhan ekonomi hijau di kawasan Asia Selatan dari 2008 hingga 2020 dengan menggunakan metode *two-step ordinary least square* (O.L.S.). Berdasarkan hasil analisis menunjukkan peningkatan industri dan R&D mengurangi emisi karbon dan mencapai pemulihan ekonomi hijau. Hasilnya, 33,4% energi dapat dihemat, dan 35,2% emisi berkurang. Hasil empiris menunjukkan bahwa limpahan teknologi paling bertanggung jawab untuk meminimalkan tingkatan emisi CO₂, disertai dengan perbaikan dalam perubahan struktur industri.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian kuantitatif, mengingat variabel-variabel yang diteliti berbentuk angka-angka yang diolah menggunakan metode-metode statistik. Pengujian variabel ini menggunakan olah data metode *Ordinary Least Squares* (OLS) yang hasilnya akan diinterpretasikan untuk melihat pengaruh variabel yang diuji terhadap variabel dependen. Pengujian ini menggunakan variabel pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan populasi, dan persentase energi terbarukan terhadap pertumbuhan emisi karbon di Indonesia selama 30 tahun dari tahun 1990 sampai tahun 2020. Data tersebut kemudian diolah menggunakan *software* Eviews dan hasilnya dianalisis untuk menjawab tujuan dari penelitian. Penelitian ini menganalisis seberapa jauh *green economy* diterapkan di Indonesia dengan melihat pengaruh variabel ekonomi yang direpresentasikan melalui pertumbuhan ekonomi dan investasi asing untuk melihat efek ekonomi internal dan eksternal kepada *green economy*, sosial yang direpresentasikan menggunakan pertumbuhan populasi karena manusia adalah aktor penting dalam menjalankan ekonomi, pertumbuhan populasi akan menggambarkan bagaimana manusia yang terus berkembang terhadap hajatnya ekonomi, dan variabel lingkungan akan direpresentasikan oleh energi terbarukan, di mana energi merupakan bagian penting dari lancarnya aktivitas manusia dan ekonomi sehingga energi yang ramah lingkungan seharusnya akan berpengaruh secara signifikan kepada keberhasilan *green economy*. Desain kuantitatif ini digunakan untuk mengetahui bagaimana hubungan dan pengaruh dari variabel independen dengan variabel dependennya terhadap penentuan sebaik apa penerapan *green economy*.

Penelitian ini menggunakan regresi dengan metode *Ordinary Least Squares*. Maka sebelum dilakukannya regresi, data terlebih dahulu diuji menggunakan Uji Asumsi Klasik yang meliputi Uji Normalitas, Uji Multikolinearitas, Uji Heteroskedastisitas, dan Uji Autokorelasi. Selanjutnya dianalisis menggunakan Regresi Linear Berganda. Semua data dalam penelitian ini diolah menggunakan aplikasi EViews 13. Penulis dalam menganalisis variabel menggunakan beberapa tahapan untuk menguji seberapa besar pengaruh variabel independen terhadap variabel dependennya, berikut adalah teknik analisis data yang digunakan:

a. Analisis regresi linear berganda

Model analisis regresi yang digunakan pada penelitian ini adalah regresi linier berganda yang dirumuskan dengan:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + e$$

Keterangan:

Y = variabel dependen

B_0 = konstanta
 $\beta_1, \beta_2, \beta_k$ = koefisien regresi yang harus di duga
 X_1, X_2, X_3, X_4 = variabel bebas atau variabel independen
 e = variabel bias

b. Uji Asumsi Klasik

Dalam uji asumsi klasik ini digunakan untuk memastikan apakah data yang diuji ini sesuai dengan linearitas, lolos, atau bebas dari uji autokorelasi atau lainnya. Jadi, perlu dilakukan uji asumsi klasik yang bertujuan untuk mengetahui apakah model regresi yang digunakan sudah terbebas dari penyimpangan asumsi dan sudah memenuhi syarat untuk mendapatkan linier yang baik dengan kata lain dapat memenuhi asumsi klasik metode OLS yaitu Uji Normalitas, Linearitas, Multikolinearitas, Autokorelasi, dan Heteroskedastisitas.

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data pertumbuhan emisi karbon, pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan populasi, dan persentase energi terbarukan di Indonesia selama 30 tahun, dari tahun 1990 sampai 2020. Data yang digunakan dibatasi 30 tahun untuk mempermudah analisis dan menjamin ketersediaan data, serta minimal tidak menciptakan bias dalam analisis karena jumlah observasi yang terlalu sedikit. Jenis data dalam penelitian ini menggunakan data jenis time series berupa data sekunder yang diperoleh dari laman resmi BPS, World Bank, OECD, dan Our World in Data dan didapatkan secara legal. Data ini memiliki rentang waktu selama lebih kurang 30 tahun selama 1990 sampai 2020.

Hasil dan Pembahasan

A. Uji Asumsi Klasik

Penelitian ini menggunakan metode *Ordinary Least Squares*, untuk itu perlu dilakukan uji asumsi klasik. Uji ini terdiri dari Uji Normalitas, Uji Linieritas, Uji Multikolinearitas, Uji Autokorelasi, dan Uji Heteroskedastisitas.

a. Uji Normalitas

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas

	Hasil	α	Hasil
Probabilitas	0.634290	0.05	Prob. > α
Jarque-Bera	0.910498	0.05	Prob. > α

Berdasarkan tabel 1, diketahui nilai probabilitas sebesar 0.634 lebih besar dari α

dengan tingkat signifikansi 5% (0.05), artinya data tersebut berdistribusi secara normal karena nilai probabilitas > 0.05 . Nilai jarque bera sebesar 0.910 artinya nilai jarque bera tidak signifikan karena lebih kecil dari 2 ($0.910 < 2$) maka data berdistribusi normal.

b. Uji Linieritas

Tabel 2. Hasil Uji Linieritas

Probabilitas F-Statistic	α	Hasil
0.5620	0.05	Prob. $> \alpha$

Berdasarkan tabel 2, dapat dilihat untuk nilai probabilitas *F-Statistic* sebesar 0.5620, dikarenakan nilai probabilitas *F-statistic* lebih besar dari α (0.05), jadi dapat dikatakan model regresi tersebut bebas dari adanya gejala linearitas atau dapat dikatakan antara variabel dependen (Emisi Karbon) dengan variabel independen (Pertumbuhan Ekonomi, Investasi Asing, Pertumbuhan Populasi, Energi Terbarukan) tidak memiliki hubungan linear.

c. Uji Multikolinearitas

Tabel 3. Hasil Uji Multikolinieritas

Variabel	Centered VIF	Batas Maksimal VIF	Hasil
FDI	1.408		Centered VIF < 10
PERTUMBUHAN	1.242	10	Centered VIF < 10 Centered VIF < 10
POPULASI	5.608		
RENEWABLE_ENERGY	6.051		Centered VIF < 10

Berdasarkan tabel 3, dapat dilihat untuk nilai *Centered VIF* keempat variabelnya yakni Investasi Asing sebesar 1.408, Pertumbuhan Ekonomi sebesar 1.242, Populasi Penduduk sebesar 5.608, dan Energi Terbarukan sebesar 6.051. Dari keempat variabel tersebut semuanya terbebas dari adanya gejala multikolinieritas, dikarenakan nilai *centered VIF* dari seluruh variabel independen tersebut kurang dari 10 ($VIF < 10$) (Lind, Marchal, & Wathen, 2021). Jadi, tidak terdapat korelasi yang saling mempengaruhi antara 4 variabel independen tersebut yakni Investasi asing, Pertumbuhan Ekonomi, Populasi Penduduk, dan Energi Terbarukan.

d. Uji Autokorelasi

Tabel 4. Hasil Uji Autokorelasi

Probabilitas Chi-Square	α	Hasil
0.7125	0.05	Prob. > α

Berdasarkan tabel 4, nilai probabilitas *chi-square* sebesar 0.7125, nilai tersebut lebih besar dari α (0.05), jadi dapat dikatakan dalam model regresi tersebut bebas autokorelasi, atau dapat dikatakan tidak terdapat korelasi antar residual pada tahun t (sekarang) dengan tahun $t-1$ (sebelumnya).

e. Uji Heteroskedastisitas

Tabel 5. Hasil Uji Heteroskedastisitas

Probabilitas Chi-Square	α	Hasil
0.3017	0.05	Prob. > α

Berdasarkan uji *Breusch Pagan Godfrey* pada tabel 5, diketahui nilai probabilitasnya sebesar 0.3017, artinya nilai probabilitas lebih besar dari α (0.05), jadi dapat dikatakan dalam model regresi tersebut bebas dari heteroskedastisitas atau bisa dikatakan tidak terdapat ketidaksamaan varian dan residual antara satu pengamatan ke pengamatan yang lain yang signifikan atau bisa dikatakan tak terdapat heteroskedastisitas.

B. Analisis Regresi

Tabel 6. Hasil Uji Regresi
Least Square Method

Variabel	Koefisien	Signifikansi	Pengaruh
C	0.066243	Tidak Signifikan	(+)
FDI	-0.024021	Signifikan	(-)
GDP_GROWTH	0.017408	Signifikan	(+)
POPULATION	0.036249	Tidak Signifikan	(+)
RENEWABLE_ENERGY	-0.005811	Tidak Signifikan	(-)

Dari hasil regresi tersebut dapat dibuat persamaannya seperti berikut:

$$EMISSION = 0.066234 - 0.024021FDI + 0.017408GDP_GROWTH + 0.036249POPULATION - 0.005811RENEWABLE_ENERGY$$

Dengan:

Emission : Peningkatan Emisi Karbon CO₂ per Tahun

FDI : Investasi Asing Langsung

GDP_Growth : Pertumbuhan Ekonomi

Population : Peningkatan Jumlah Penduduk

Renewable_Energy : Persentase Energi Terbarukan

Konstanta dengan nilai 0.066234 menunjukkan ketika semua variabel konstan, emisi karbon akan tetap meningkat sebesar 0.066234%.

C. Uji Hipotesis

a. Koefisien determinasi (*R-Squared*)

Tabel 7. Hasil Uji Koefisien Determinasi R^2

Adjusted R-squared	0.411067
--------------------	----------

Koefisien determinasi (R^2) adalah sesuatu yang menunjukkan seberapa besar variasi variabel dependen Emission dapat dijelaskan oleh variabel independen, yaitu Investasi asing, Pertumbuhan Ekonomi, Populasi penduduk, Energi Terbarukan. Berdasarkan tabel 7, diketahui nilai Adjusted R^2 sebesar 0.411067 artinya variabel dependen *emission* dapat dijelaskan oleh variabel independen sebesar 41.16% dan sisanya sebesar 58,84% dapat dijelaskan oleh variabel lain di luar model. Bisa dibilang variabel yang dipilih walaupun tidak bisa menjelaskan sampai 50% namun sudah mendekatinya, sehingga analisis ini cukup valid.

b. Uji Simultan

Tabel 8. Hasil Uji Simultan

Least Square Method		
Probability (F-statistic)	α	Hasil
0.000813	0.05	Prob. < α

Berdasarkan tabel 8, untuk nilai probabilitas (F-statistic) sebesar 0.000813, karena nilai probabilitas lebih rendah dari α (0.05), jadi secara simultan atau bersama-sama,

pertumbuhan ekonomi, investasi asing, pertumbuhan populasi, energi terbarukan terhadap emisi karbon memiliki dampak yang signifikan atau memiliki kecenderungan yang kuat untuk mempengaruhi emisi karbon.

c. Uji Parsial

Tabel 9. Hasil Uji Parsial

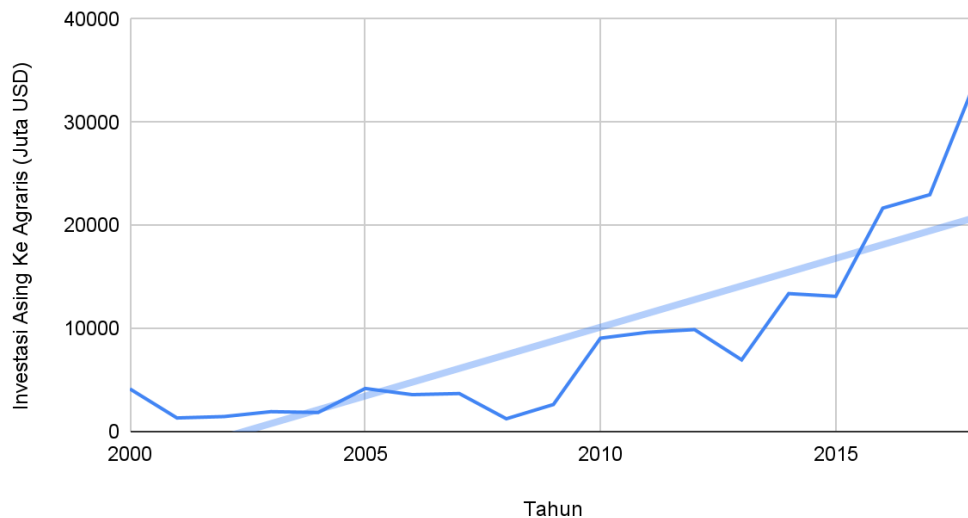
Least Square Method				
Variabel	Koefisien	Probabilitas	α	Hasil
C	0.066243	0.5028	0.05	Prob. $> \alpha$
FDI	-0.024021	0.0203	0.05	Prob. $< \alpha$
GDP_GROWTH	0.017408	0.0000	0.05	Prob. $< \alpha$
POPULATION	0.036249	0.1651	0.05	Prob. $> \alpha$
RENEWABLE_ENERGY	-0.005811	0.2284	0.05	Prob. $> \alpha$

Berdasarkan tabel 9, didapatkan bahwa probabilitas dari *Foreign Direct Investment* (FDI) atau investasi asing langsung bernilai 0.0203, yang mana lebih kecil dari tingkat signifikansi α (5%) serta memiliki koefisien yang negatif yaitu sebesar -0.024021 yang artinya investasi asing langsung akan berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi karbon, sehingga ketika FDI meningkat sebesar 1% dengan asumsi variabel lain tetap, akan dapat menurunkan emisi karbon sebesar 0.024021%.

Hal ini dapat dikatakan sebagai suatu temuan yang cukup menarik karena secara teori seharusnya peningkatan investasi asing akan meningkatkan aktivitas dalam perekonomian. Seperti yang kita tahu, kalau aktivitas ekonomi yang meningkat akan meningkatkan emisi karbon melalui penggunaan energinya. Namun seperti yang kita lihat di temuan penelitian ini, kalau investasi asing berpengaruh negatif terhadap peningkatan emisi karbon. Menurut Pazienza (2015), investasi asing bisa memiliki pengaruh yang negatif terhadap emisi karbon karena investasi asing yang masuk mayoritas ada pada sektor pertanian dan perikanan sehingga bukannya meningkatkan emisi karbon, investasi asing dapat menurunkan emisi karbon.

Argumen ini juga bisa diterapkan di Indonesia, di mana menurut BPS, tren investasi asing pada tahun 2000 sampai 2018 menunjukkan kalau investasi asing di Indonesia cukup tinggi di sektor agrikultur seperti yang bisa dilihat di grafik berikut.

Investasi Asing ke Sektor Agraris di Indonesia Tahun 2000-2018

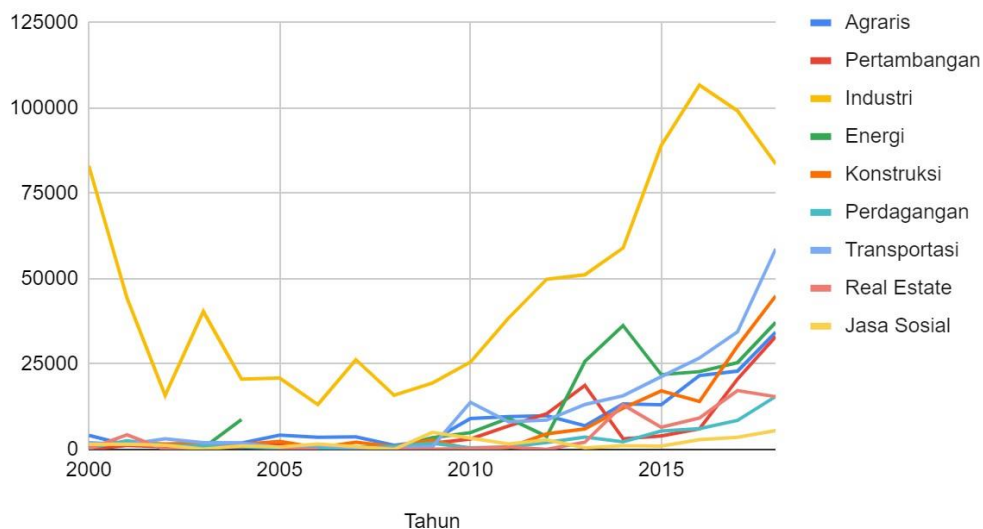


Gambar 2. Grafik Tren Investasi Asing ke Sektor Agraris di Indonesia

Sumber: Badan Pusat Statistik

Walaupun tren investasi tertinggi ada pada sektor perindustrian dan transportasi, sektor agrikultur tetap mendapat investasi yang cukup tinggi dibandingkan dengan sektor lainnya. Hal ini bisa menjadi argumen mengapa investasi asing di Indonesia mampu mengurangi emisi karbon, selain jumlah investasi asing yang tinggi di sektor pertanian, Indonesia juga terkenal cukup kuat pada sektor pertanian sehingga emisi karbon cukup bisa diatasi bahkan sebelum ada investasi asing. Jika investasi asing terus meningkat ke sektor non agraris, investasi asing akan sama saja meningkatkan emisi karbon di Indonesia. Investasi asing yang ditanamkan di Indonesia bisa terlihat dalam grafik berikut.

Investasi Asing ke Setiap Sektor di Indonesia Pada 2000-2018



Gambar 3. Investasi Asing ke Beberapa Sektor di Indonesia

Sumber: Badan Pusat Statistik

Dari grafik tersebut, investasi asing yang tertinggi adalah di sektor industri, namun dengan berjalannya waktu investasi asing mulai menyebar ke sektor lain, salah satunya adalah di sektor agraris. Hal ini berarti investasi asing dapat menjadi salah satu penentu keberhasilan *green economy* jika penerapannya diarahkan dengan bijak.

Kebijakan yang bisa diambil dari temuan ini adalah mengarahkan investor asing untuk terus menaruh investasinya ke sektor agrikultur di Indonesia dengan meyakinkan mereka kalau sektor agraris merupakan salah satu sektor yang menjanjikan untuk mereka. Hasil dari investasi asing ke sektor agraris di Indonesia ini bisa dilihat dari kontribusi sektor agraris di PDB Indonesia yaitu sebesar 12,4%, beberapa sektor yang lebih tinggi dari sektor agraris hanya sektor perdagangan sebesar 12,85% lalu yang tertinggi adalah sektor industri sebesar 18,34%. Jadi bisa dilihat kalau investasi di bidang agraris memiliki pengaruh tinggi pada PDB, ini bisa menjadi nilai tambah untuk menarik investor asing untuk meningkatkan investasinya. Selain itu, hal ini bisa dicapai dengan peningkatan ilmu dan kemampuan masyarakat di sektor pertanian, mengikutsertakan generasi muda karena generasi muda biasanya lebih terbuka terhadap perubahan, serta mengintegrasikan teknologi baru ke pertanian Indonesia. Kebijakan memfokuskan pertanian Indonesia untuk meningkatkan comparative advantage juga bisa dilakukan, misal pertaniannya difokuskan ke tanaman pangan seperti jagung, ketela, atau beras, selain itu program penguatan sektor pertanian juga bisa dilakukan seperti *urban farming* untuk membantu menguatkan sektor pertanian di sela-sela tingginya perkembangan sektor perindustrian.

Pertumbuhan ekonomi yang dilambangkan dengan *GDP_GROWTH*, diperoleh bahwa probabilitas dari pertumbuhan ekonomi bernilai 0.0000, yang mana lebih kecil dari tingkat signifikansi α (5%) serta memiliki koefisien sebesar 0.017408, yang artinya pertumbuhan ekonomi akan berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbon, sehingga ketika terjadi kenaikan pertumbuhan ekonomi sebesar 1% dengan asumsi variabel lain tetap, akan dapat meningkatkan emisi karbon sebesar 0.017408%. Perekonomian di Indonesia tepatnya pada tahun 2022 tumbuh sebesar 5,31 persen. Pertumbuhan ini tentunya terjadi pada seluruh sektor atau lapangan usaha yang ada. Untuk lapangan usaha yang mengalami pertumbuhan ekonomi tertinggi adalah pada sektor Transportasi dan Pergudangan sebesar 19,87 persen diikuti oleh sektor Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum sebesar 11,97 persen, dan Jasa Lainnya sebesar 9,47 persen. Perlu diketahui bahwasanya sektor Industri Pengolahan yang memiliki peran dominan tumbuh sebesar 4,89 persen. Sedangkan untuk sektor Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan serta Perdagangan Besar dan Eceran kemudian sektor Reparasi Mobil dan Sepeda Motor masing-masing tumbuh sebesar 2,25 persen dan 5,52 persen. Struktur PDB yang ada di Indonesia menurut lapangan usaha atas dasar harga berlaku tahun 2022 tidak menunjukkan adanya perubahan, sehingga hal ini berarti perekonomian yang ada di Indonesia ini masih didominasi dari sektor atau lapangan usaha yang tak lain adalah Industri Pengolahan sebesar 18,34 persen, kemudian disusul oleh sektor Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor sebesar 12,85 persen, lalu sektor

Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan sebesar 12,40 persen, selanjutnya sektor Pertambangan dan Penggalian sebesar 12,22 persen, dan yang terakhir dari sektor Konstruksi sebesar 9,77 persen. Kelima sektor tersebut menyumbang peranan yang cukup besar yaitu sebesar 65,68%. Berdasarkan pemaparan mengenai struktur atau laju pertumbuhan ekonomi yang ada di Indonesia menunjukkan bahwasanya Indonesia masih didominasi oleh sektor Industri, hal ini berarti pembangunan di Indonesia dibangun belum terlalu mempertimbangkan dampak dari emisi karbon yang akan terjadi di masa yang akan datang. Hal ini juga berarti bahwa pertumbuhan ekonomi memiliki kontributor yang besar dalam emisi karbon karena semakin banyak didirikannya pabrik-pabrik industri terutama dalam pengolahan tentunya semakin banyak juga limbah berupa polusi udara yang tentunya akan meningkatkan emisi karbon yang ada di Indonesia. Jadi, semakin tinggi kegiatan produksi dan konsumsi akan memicu peningkatan produktivitas, dimana produktivitas ini tidak terlepas dari mesin yang nantinya akan menyebabkan adanya peningkatan emisi karbon.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Mohsin, dkk (2022) dengan judul *Does energy use and economic growth allow for environmental sustainability? An empirical analysis of Pakistan* dimana penelitian tersebut menjelaskan bahwa pertumbuhan ekonomi, penggunaan energi dan FDI berpengaruh positif dan signifikan pada emisi karbon, sedangkan pertumbuhan pertanian, industrialisasi dan populasi perkotaan berpengaruh negatif dan signifikan pada emisi karbon. Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Biatmoko (2023), menjelaskan bahwa variabel pertumbuhan ekonomi memiliki pengaruh positif dan signifikan pada variabel emisi karbon dioksida, artinya ketika pertumbuhan ekonomi mengalami peningkatan, emisi karbon dioksida juga ikut mengalami peningkatan, sehingga dapat disimpulkan bahwa kegiatan perekonomian di Indonesia masih banyak menghasilkan emisi karbon. Menurut Mendonca, dkk. (2020) menunjukkan pengaruh pertumbuhan ekonomi terhadap emisi karbon di 50 negara yang ada di dunia, dimana jika terjadi peningkatan pertumbuhan ekonomi sebesar 1%, hal ini berarti akan meningkatkan emisi karbon sebesar 0.2712917%. Pada dasarnya 50 negara ini juga meliputi negara Indonesia, akan tetapi pengaruh pertumbuhan ekonomi terhadap emisi karbon di 50 negara di dunia lebih besar jika dibandingkan dengan pengaruhnya yang ada di Indonesia saja.

Variabel populasi penduduk dilambangkan dengan POPULATION, diperoleh bahwa probabilitas dari populasi penduduk bernilai 0.1651, yang mana lebih besar dari tingkat signifikansi α (5%) serta memiliki koefisien sebesar 0.036249, yang artinya populasi penduduk ini akan berpengaruh positif dan tidak signifikan terhadap emisi karbon, sehingga ketika populasi penduduk meningkat sebesar 1% dengan asumsi variabel lain tetap, akan dapat meningkatkan emisi karbon sebesar 0.036249%. Hal tersebut sudah sesuai dengan teori, yang mana dengan adanya peningkatan jumlah populasi itu dapat meningkatkan kepadatan serta meningkatkan adanya aktivitas ekonomi manusia, baik itu aktivitas dalam hal industri, manufaktur, atau pembakaran bahan fosil seperti meningkatnya penggunaan kendaraan bermotor karena meningkatnya volume kendaraan akibat permintaan manusianya yang terus bertambah, ataupun aktivitas-aktivitas lainnya, yang mana aktivitas-aktivitas yang semakin banyak atau meningkat tersebut dapat menyebabkan naiknya jumlah emisi karbon. Indonesia adalah negara yang memiliki jumlah populasi terbesar nomor 4 di dunia yaitu pada tahun 2020, jumlah

penduduk Indonesia sudah mencapai di angka 271,9 juta, dengan jumlah penduduk yang besar itu di satu sisi dapat menyebabkan masalah lingkungan seperti misalnya adanya populasi yang terlalu banyak dapat meningkatkan adanya jumlah emisi karbon yang akhirnya dapat mencemari lingkungan. Contoh di Jakarta, orang-orang yang bermigrasi ke Jakarta dari tahun ke tahun semakin meningkat dan hal tersebut diikuti oleh pencemaran lingkungan yang semakin meningkat seperti meningkatnya emisi karbon, emisi karbon tersebut akibat banyaknya masyarakat di Jakarta yang menggunakan kendaraan bermotor, hal tersebut dapat dilihat dari laporan Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi DKI mengenai inventarisasi profil emisi gas rumah kaca DKI Jakarta, yang mana transportasi menjadi penyebab utama adanya emisi karbon yaitu sebesar 7,5 juta ton hingga 13,3 juta ton ekuivalen karbon dioksida (CO²e) per tahun. Adanya populasi di Indonesia yang terus meningkat ini akan menyebabkan bonus demografi di masa yang akan datang.

Indonesia diperkirakan akan mendapatkan bonus demografi pada rentang tahun 2020 hingga tahun 2045, dengan adanya bonus demografi yang mana Indonesia itu mempunyai jumlah sumber daya manusia (SDM) yang produktif sangat banyak, disatu sisi Indonesia dapat memanfaatkan hal tersebut dengan meningkatkan adanya percepatan pembangunan manusia yang berkelanjutan yang misalnya manusianya itu memiliki pemikiran yang berorientasi lingkungan sehingga masalah masalah lingkungan seperti emisi karbon yang terus meningkatkan dapat diatasi serta Indonesia dapat mencapai *green economy*. Akan tetapi, di sisi lain dengan adanya bonus demografi ini, dapat menjadi ancaman bagi Indonesia apabila sumber daya manusia (SDM) yang produktif tersebut tidak mempunyai pemikiran yang berkelanjutan mengenai kesadaran mengenai pentingnya dalam hal menjaga lingkungan, alhasil dengan adanya bonus demografi tersebut dapat menyebabkan permasalahan lingkungan karena pembangunan oleh bonus demografi tersebut tidak berorientasi lingkungan. Oleh karena itu, Indonesia perlu melakukan adanya kebijakan dalam hal mengurangi peningkatan populasi penduduk tiap tahun seperti misalnya digencarkan lagi mengenai Keluarga Berencana (KB) sehingga pengurangan emisi karbon dapat dikurangi walaupun masih tetap naik, selain itu jika tidak ingin mengurangi peningkatan populasi, Indonesia perlu memanfaatkan SDM yang banyak ini sebagai “bahan bakar” dalam hal pemercepatan pembangunan menuju *green economy*, akan tetapi hal tersebut memang tidak mudah, diperlukan adanya peningkatan pendidikan dan perubahan *mindset* atau pola perilaku yang lebih maju dalam hal kesadaran akan lingkungan, kesadaran lingkungan yang dimaksudkan contohnya seperti masyarakat dapat mengurangi penggunaan kendaraan bermotor dan beralih menggunakan moda transportasi umum, penghematan energi listrik atau air, lalu khususnya masyarakat di wilayah perkotaan dapat melakukan *urban farming*, selain itu juga mulai dari anak-anak sekolah dapat diberikan pembelajaran mengenai pentingnya pelestarian lingkungan, misalnya dengan penanaman pohon-pohon di lingkungan sekolah.

Kemudian yang terakhir untuk koefisien regresi Energi Terbarukan yang dilambangkan dengan RENEWABLE_ENERGY diperoleh probabilitas dari energi terbarukan bernilai 0.2284, yang mana lebih besar dari tingkat signifikansi α (5%) serta memiliki koefisien sebesar -0.005811, yang artinya energi terbarukan ini akan berpengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap emisi karbon sehingga ketika terjadi kenaikan variabel energi terbarukan sebesar 1% dengan asumsi variabel lainnya tetap,

akan menurunkan emisi karbon sebesar 0.005811%. Berdasarkan hasil tersebut diketahui penggunaan energi terbarukan akan menurunkan emisi karbon, hal ini tentu saja berdampak positif bagi kelestarian lingkungan dan sebagai program mewujudkan ekonomi hijau dan berkelanjutan, karena seperti yang kita tahu bahan bakar dari fosil, minyak, dan gas meningkatkan masalah lingkungan dan penyumbang emisi karbon. Saat ini pun energi tak terbarukan semakin terbatas, hal ini tidak sejalan dengan meningkatnya populasi dan aktivitas ekonomi yang semakin intens. Jika hal ini terus dibiarkan akan terjadi kelangkaan dan harganya semakin meningkat, yang berakibat pada berkurangnya kesejahteraan masyarakat dan mengganggu perekonomian. Berdasarkan hasil penelitian ini juga, diketahui bahwa penggunaan energi terbarukan kurang signifikan menurunkan emisi karbon hal ini dikarenakan penggunaan energi terbarukan di Indonesia belum maksimal, pada akhir tahun 2021 penggunaan energi baru mencapai 11,5 persen dari total energi nasional (Direktorat Jenderal EBTKE, 2022).

Padahal realitanya Indonesia mempunyai semua potensi dan sumber energi terbarukan yaitu tenaga, angin, air, limbah biomassa, surya dan pembangkit mikrohidro. Jika hal itu dapat dimanfaatkan seperti yang ada di China, Indonesia akan dapat mengurangi penggunaan energi tidak terbarukan dan mengurangi emisi karbon. Pengurangan emisi karbon menjadi komitmen Indonesia dengan target pada tahun 2030 sebesar 29%. Perkotaan merupakan penyumbang emisi terbesar namun realitanya baru ada dua kota di Indonesia yaitu Jakarta dan Balikpapan yang berkomitmen untuk mencapai target *Net Zero Emission* (Rahman, 2022). Oleh sebab itu, diperlukan adanya mekanisme peningkatan energi terbarukan melalui pengadaan regulasi dan peningkatan proyek-proyek pembangunan energi terbarukan untuk meningkatkan konsumsi serta perlunya efisiensi energi untuk mencapai pertumbuhan ekonomi hijau di Indonesia.

Realitanya penerapan green economy di Indonesia masih kurang hal ini dapat dilihat dari sektor ekonomi Indonesia yang masih sebagian besar dari sektor ekstraktif yang menyebabkan kerusakan lingkungan yang masif, terutama tutupan hutan. Dari tahun 2001 hingga 2019, total tutupan hutan yang hilang di Indonesia mencapai sekitar 27,7 juta hektar. Sebagian besar disebabkan oleh alih fungsi lahan untuk perkebunan monokultur dan pertambangan yang menghasilkan komoditas primer (Hansen, 2013). Selain itu, kebijakan pemerintah yang dinilai tidak konsisten yaitu berfokus untuk meningkatkan produksi energi terbarukan berlawanan dengan kebijakan peningkatan produksi batu bara untuk peningkatan kapasitas pembangkit listrik tenaga uap karena penghasilan produksi batu bara dinilai berpengaruh terhadap PDRB. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan merubah pembangkit batubara lama menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan dengan memanfaatkan *co-firing* menggunakan biomassa. Pembangkit batubara dengan metode *co-firing* akan menggantikan persentase tertentu dari batu bara dengan sampah dan limbah kayu. Pembangkit batubara dengan 1% *co-firing* membutuhkan 17.470 ton limbah atau 5 juta ton pelet kayu (Martawardaya, 2022).

Kesimpulan

Pertama, berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, investasi asing langsung dan penggunaan energi terbarukan memiliki pengaruh negatif terhadap emisi karbon, yang mana hanya investasi asing saja yang efeknya signifikan. Sementara untuk tingkat pertumbuhan ekonomi dan peningkatan populasi memiliki pengaruh positif terhadap emisi karbon, yang mana tingkat pertumbuhan ekonomi berpengaruh signifikan terhadap emisi karbon. Kedua, realitanya *green economy* di Indonesia itu sendiri sudah diterapkan namun penerapannya belum maksimal. Hal ini dibuktikan dari ekonomi di Indonesia masih tergantung pada sektor ekstraktif, kebijakan yang masih belum optimal dalam mewujudkan *green economy*, dan ekonomi Indonesia yang belum menerapkan inklusivitas. Ketiga, beberapa kebijakan yang dapat diambil adalah penghematan energi tidak terbarukan, penghijauan dari skala kecil misal dengan *urban farming*, menekankan aktivitas ekonomi di non-industri, menambah pembangkit listrik yang terbarukan, teknologi *co-firing*, dan menarik investasi untuk sektor agraris.

Green economy menjadi solusi untuk menangani pesatnya pertumbuhan ekonomi yang disertai dengan menurunnya kualitas lingkungan dan kerusakan ekosistem. Hal ini memaksa pemerintah untuk menerapkan kebijakan *Green economy* dan meningkatkan kesadaran individu mengenai pembangunan ekonomi yang ramah lingkungan, sehingga pembangunan ekonomi yang meningkat tidak hanya dapat dirasakan saat ini namun bisa berkepanjangan dan berkelanjutan bagi generasi mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2020, May 6). Diakses dari laman [www.bps.go.id: https://www.bps.go.id/indicator/13/1841/1/realisasi-investasi-penanaman-modal-dalam-negeri-menurut-sektor-ekonomi.html](https://www.bps.go.id/indicator/13/1841/1/realisasi-investasi-penanaman-modal-dalam-negeri-menurut-sektor-ekonomi.html)
- Direktorat Jenderal EBTKE - Kementerian ESDM. (2022, February 1). Diakses dari laman [ebtke.esdm.go.id: https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/02/08/3076/pemerintah.kawal.cod.pembangkit.ebt.sesuai.target#:~:text=Hingga%20akhir%202021%2C%20jelas%20Dadan](https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/02/08/3076/pemerintah.kawal.cod.pembangkit.ebt.sesuai.target#:~:text=Hingga%20akhir%202021%2C%20jelas%20Dadan)
- Elum, Z. A., & Momodu, A. S. (2017). Climate change mitigation and renewable energy for sustainable development in Nigeria: A discourse approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.040>
- Environment, U. N. (2018, Oktober 23). Green economy. Diakses pada laman UNEP - UN Environment Programme : <https://www.unep.org/pt-br/node/23750#:~:text=The%20UN%20Environment%20Programme%20has>
- Fang, W., Liu, Z., & Surya Putra, A. R. (2022). Role of research and development in green economic growth through renewable energy development: Empirical evidence from South Asia. *Renewable Energy*, 194, 1142-1152. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.04.125>
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic Growth and the Environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353–377. <https://doi.org/10.2307/2118443>
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., & Townshend, J. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *science*, 342(6160), 850-853. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1244693>

- Jhingan, M. L. (2012). *Ekonomi Pembangunan Dan Perencanaan*. RajaGrafindo Persada. Retrieved from <https://onsearch.id/Record/IOS4681.JATIM000000000009645>
- Kasztelan, A. (2017). Green Growth, Green Economy and Sustainable Development: Terminological and Relational Discourse. *Prague Economic Papers*, 26(4), 487–499. Diakses dari <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=686936>
- Lind, D. A., Marchal, W. C., & Wathen, S. A. (2021). *Basic Statistics for Business and Economics*. Vnbrims.org. Diakses dari <http://dspace.vnbrims.org:13000/xmlui/handle/123456789/4563>
- Martawardaya, B., Rakatama, A., Junifta, D. Y., & Maharani, D. A. (2022). Green economy post COVID-19: insights from Indonesia. *Development in Practice*, 32(1), 98–106. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09614524.2021.2002817>
- Mendonça, A. K. de S., de Andrade Conradi Barni, G., Moro, M. F., Bornia, A. C., Kupek, E., & Fernandes, L. (2020). Hierarchical modeling of the 50 largest economies to verify the impact of GDP, population and renewable energy generation in CO2 emissions. *Sustainable Production and Consumption*, 22, 58–67. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.02.001>
- Mohsin, M., Naseem, S., Sarfraz, M., Zia-Ur-Rehman, M., & Baig, S. A. (2022). Does energy use and economic growth allow for environmental sustainability? An empirical analysis of Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(35), 52873–52884. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19600-5>
- Nasional Katadata.co.id. (2022, April 25). Diakses pada 6 Mei, 2023, dari laman katadata.co.id: <https://katadata.co.id/agung/berita/6265abd09a1b8/populasi-adalah-salah-satu-objek-penelitian-ini-penjelasan-para-ahli>
- Organisation For Economic Co-Operation And Development. (2023). Diakses dari laman stats.oecd.org: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?QueryId=64863>
- Pazienza, P. (2015). The relationship between CO2 and Foreign Direct Investment in the agriculture and fishing sector of OECD countries: Evidence and policy considerations. *Intelektinė Ekonomika*, 9(1), 55–66. Diakses dari: <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=460042>
- Rahajeng, L. R. M. (2016). Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Masuknya Foreign Direct Investment (FDI) Negara Berkembang di Kawasan ASEAN (Indonesia, Malaysia, Thailand, Kamboja dan Vietnam) Periode 1995–2014. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB*, 4(2). Diakses dari: <https://jimfeb.ub.ac.id/index.php/jimfeb/article/view/3227>
- Rahman, F. (2022, February 21). Geliat Pemanfaatan Energi Terbarukan – Pusat Studi Lingkungan Hidup UGM. Diakses dari laman pslh: <https://pslh.ugm.ac.id/geliat-pemanfaatan-energi-terbarukan/Rajagukguk>, W. (2015, November 1). HUBUNGAN DEGRADASI LINGKUNGAN DAN PERTUMBUHAN EKONOMI: KASUS INDONESIA. Diakses dari laman repository.uki.ac.id: <http://repository.uki.ac.id/530/>
- Ritchie, H., & Roser, M. (2020). CO2 and Greenhouse Gas Emissions. *Our World in Data*. Diakses dari <https://ourworldindata.org/co2/country/indonesia>
- Rosadi, D. (2021, October 22). Sektor Transportasi dan Industri Sumbang Emisi Karbon Terbesar - Industri Katadata.co.id. Diakses pada 6 Mei, 2023, Diakses dari laman katadata.co.id: <https://katadata.co.id/doddyrosadi/berita/6172d1ee2eb7a/sektor-transportasi-dan-industri->

sumbang-emisi-karbon-terbesar

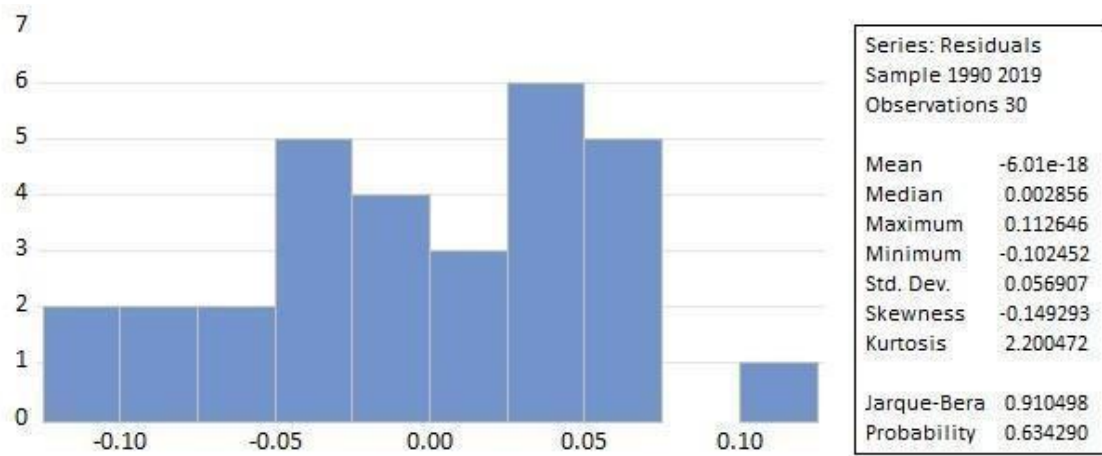
- Saidi, K., & Omri, A. (2020). The impact of renewable energy on carbon emissions and economic growth in 15 major renewable energy-consuming countries. *Environmental research*, 186, 109567. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109567>
- Sukirno, S. (2013). *Makroekonomi: Teori Pengantar*. Jakarta : Rajawali Pers. Diakses dari <https://onsearch.id/Record/IOS3504.libra-163390127>
- The European Commission. (2017, Desember 20). Glossary:Carbon dioxide emissions. Diakses dari https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Carbon_dioxide_emissions#:~:text=Carbon%20dioxide%20emissions%20or%20CO,as%20well%20as%20gas%20flaring
- United Nations. (2022, Mei 16). What is renewable energy?. Diakses dari <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-renewable-energy>
- Widiastuti, T., Mawardi, I., Sukmaningrum, P. S., Ningsih, S., Al Mustofa, M. U., & Ardiantono, D. S. (2020). Do foreign investments and renewable energy consumption affect the air quality? case study of ASEAN countries. *Journal of Security and Sustainability Issues*, 9(3), 1057-1063. <https://jssidoi.org/jssi/papers/papers/view/487>
- 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>

- World Bank. (2021). GDP growth (annual %). Diakses pada 6 Mei 2023, pada laman databank.worldbank.org
<https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=NY.GDP.MKTP.KD.ZG&country=IDN>
- World Bank. (2022). Population, total-Indonesia. Diakses pada 6 Mei 2023, pada laman databank.worldbank.org
<https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=ID>
- Ritchie, H., Roser, M., & Rosado, P. (2020, May 11). CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. Diakses dari laman Our World in Data
<https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>

LAMPIRAN

1. Uji Asumsi Klasik

a. Uji Normalitas



Gambar 4. Hasil Uji Normalitas

b. Uji Linieritas

Ramsey RESET Test

Equation: UNTITLED

Omitted Variables: Squares of fitted values

Specification: EMISION C FDI PERTUMBUHAN POPULASI
RENEWABLE_ENERGY

	Value	df	Probability
t-statistic	2.006095	24	0.0562
F-statistic	4.024418	(1, 24)	0.0562
Likelihood ratio	4.650671	1	0.0310

F-test summary:			
	Sum of Sq.	df	Mean Squares
Test SSR	0.013486	1	0.013486
Restricted SSR	0.093913	25	0.003757
Unrestricted SSR	0.080427	24	0.003351

LR test summary:	
	Value
Restricted LogL	43.93063
Unrestricted LogL	46.25596

Gambar 5. Hasil Uji Linieritas

c. Uji Multikolinearitas

Variance Inflation Factors
Date: 04/01/23 Time: 15:59
Sample: 1990 2019
Included observations: 30

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
C	0.009493	75.81414	NA
FDI	9.39E-05	2.549749	1.408366
PERTUMBUHAN	1.18E-05	3.548553	1.241576
POPULASI	0.000643	67.91337	5.608308
RENEWABLE_ENE...	2.22E-05	225.4063	6.050685

Gambar 6. Hasil Uji Multikolinearitas

d. Uji Autokorelasi

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	0.265849	Prob. F(2,23)	0.7689
Obs*R-squared	0.677849	Prob. Chi-Square(2)	0.7125

Gambar 7. Hasil Uji Autokorelasi

e. Uji Heteroskedastisitas

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey
Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	1.208960	Prob. F(4,25)	0.3318
Obs*R-squared	4.862448	Prob. Chi-Square(4)	0.3017
Scaled explained SS	2.026816	Prob. Chi-Square(4)	0.7308

Gambar 8. Hasil Uji Heteroskedastisitas

2. Analisis Regresi

Dependent Variable: EMISION
 Method: Least Squares
 Date: 04/01/23 Time: 15:52
 Sample: 1990 2019
 Included observations: 30

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.066243	0.097433	0.679881	0.5028
FDI	-0.024021	0.009691	-2.478781	0.0203
PERTUMBUHAN	0.017408	0.003442	5.058064	0.0000
POPULASI	0.036249	0.025348	1.430023	0.1651
RENEWABLE_ENERGY	-0.005811	0.004707	-1.234686	0.2284
R-squared	0.518161	Mean dependent var		0.044260
Adjusted R-squared	0.441067	S.D. dependent var		0.081981
S.E. of regression	0.061290	Akaike info criterion		-2.595375
Sum squared resid	0.093913	Schwarz criterion		-2.361842
Log likelihood	43.93063	Hannan-Quinn criter.		-2.520666
F-statistic	6.721150	Durbin-Watson stat		1.929734
Prob(F-statistic)	0.000813			

Gambar 9. Hasil Regresi

3. Uji Hipotesis

Dependent Variable: EMISION
 Method: Least Squares
 Date: 04/01/23 Time: 15:52
 Sample: 1990 2019
 Included observations: 30

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.066243	0.097433	0.679881	0.5028
FDI	-0.024021	0.009691	-2.478781	0.0203
PERTUMBUHAN	0.017408	0.003442	5.058064	0.0000
POPULASI	0.036249	0.025348	1.430023	0.1651
RENEWABLE_ENERGY	-0.005811	0.004707	-1.234686	0.2284
R-squared	0.518161	Mean dependent var		0.044260
Adjusted R-squared	0.441067	S.D. dependent var		0.081981
S.E. of regression	0.061290	Akaike info criterion		-2.595375
Sum squared resid	0.093913	Schwarz criterion		-2.361842
Log likelihood	43.93063	Hannan-Quinn criter.		-2.520666
F-statistic	6.721150	Durbin-Watson stat		1.929734
Prob(F-statistic)	0.000813			

Gambar 10. Hasil Uji Hipotesis