

ANALISIS DETERMINASI EMISI CO₂ DI INDONESIA TAHUN 1990-2018

ANALYZE OF CO₂ EMISSION DETERMINATION IN INDONESIA 1990-2018

¹Ade Ulfa Zulaicha, ²Hadi Sasana, ³Yustirania Septiani
(¹²³)Fakultas Ekonomi, Universitas Tidar, Magelang, Indonesia
adeulfa@gmail.com

Abstrak

Emisi CO₂ di Indonesia dari tahun 1990-2018 cenderung mengalami peningkatan, mengindikasikan degradasi lingkungan di Indonesia semakin meningkat. Peningkatan emisi CO₂ harus ditekan sehingga dapat mewujudkan aspek berkelanjutan (*sustainability*) dari sistem pemanfaatan energi di Indonesia. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis dampak pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan penduduk, konsumsi energi fosil, dan konsumsi energi terbarukan terhadap emisi CO₂ tahun 1990-2018 di Indonesia. Analisis data dalam penelitian ini yaitu analisis regresi linear berganda. Penelitian menunjukkan pertumbuhan ekonomi berpengaruh positif dan tidak signifikan pada Emisi CO₂, pertumbuhan penduduk dan konsumsi energi fosil mempunyai pengaruh yang positif dan signifikan pada Emisi CO₂, serta konsumsi energi terbarukan memiliki pengaruh yang negatif dan tidak signifikan pada Emisi CO₂.

Kata Kunci: Ekonomi, Penduduk, Energi, Emisi CO₂

Abstract

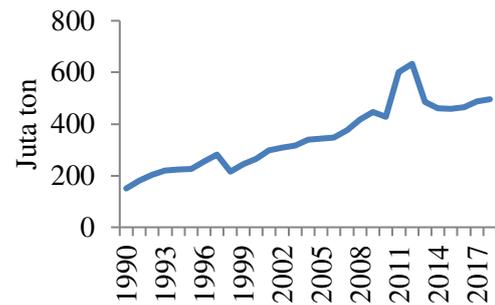
CO₂ emissions in Indonesia from 1990-2018 tended to increase, indicating environmental degradation in Indonesia is increasing. This means that environmental degradation in Indonesia is increasing. Increasing CO₂ emissions must be suppressed so that it can realize the sustainable aspects of the energy utilization system implemented in Indonesia. The purpose of this study is to analyze the effect of economic growth, population growth, consumption of fossil energy, and consumption of renewable energy on CO₂ emissions in Indonesia in 1990-2018. The data used in this study are secondary in the form of time-series data obtained from the World Bank, the Global Carbon Project, and British Petroleum (BP). Data analysis techniques in this study used multiple linear regression analysis methods. The results of data analysis show that the variable of economic growth has a positive and not significant effect on CO₂ emissions in Indonesia the population growth variable has a positive and significant influence on the CO₂ emission in Indonesia; the variable fossil fuel energy consumption has a positive and significant effect on CO₂ emissions in Indonesia; the variable renewable energy consumption has a negative and not significant effect on

Keyword: *Economy, Population, Energy, CO₂ emissions*

PENDAHULUAN

Emisi karbon dioksida (CO₂) merupakan faktor utama timbulnya fenomena pemanasan global berupa emisi gas rumah kaca. Aktivitas manusia erat kaitannya dengan produksi emisi CO₂ (*anthropogenic activities*) (Labiba dan Wisnu, 2018). Pengaruh semua kegiatan manusia seperti dalam bidang ekonomi, transportasi, industri, serta dari unsur alami mengakibatkan terjadinya perubahan iklim di Indonesia. Berarti bahwa dari kegiatan tersebut akan berdampak pada kondisi iklim baik secara langsung maupun tidak langsung berpagas rumah kaca (BMKG, 2012).

Lingkungan sebagai pendorong kegiatan ekonomi digolongkan dalam tiga kategori yaitu sebagai penyedia fasilitas, penyedia bahan baku, dan penerima sisa produksi/konsumsi (limbah). Sehingga tanpa adanya lingkungan menyebabkan tidak berfungsinya sistem ekonomi, berarti bahwa lingkungan adalah komponen penting dalam sistem ekonomi. Secara tidak langsung modal alam dengan kualitas tinggi akan memberikan dampak terhadap kesejahteraan masyarakat, dimana modal alam merupakan bagian penting dalam produksi barang dan jasa yang berkesinambungan.



Sumber: *Global Carbon Project (2018)*

Gambar 1 Total Emisi CO₂ di Indonesia Tahun 1990-2018

Gambar 1 menunjukkan bahwa emisi CO₂ mengalami pertumbuhan yang fluktuatif dengan kecenderungan naik, hal tersebut berarti bahwa degradasi lingkungan di Indonesia semakin buruk tiap tahunnya. Arista (2019) mengatakan bahwa pertumbuhan ekonomi erat kaitannya dengan pengeksploitasian sumber daya alam dan lingkungan. Terus dilakukannya eksploitasi terhadap lingkungan dan alam tanpa memperhatikan kondisi lingkungan dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan. Menurut Achsa dan Destiningsih (2020) sektor industri menjadi pendorong perekonomian nasional. Jadi konsumsi energi dibutuhkan dalam usaha menjaga pertumbuhan ekonomi, yaitu dalam proses produksi (Budiarto, 2013).

Pertumbuhan ekonomi di Indonesia tahun 1990-2018 mengalami fluktuasi. Tahun 1998 perekonomian Indonesia mengalami penurunan terendah yaitu sebesar -13,13% sebagai akibat dari krisis

ekonomi. Hingga saat penggunaan energi yang belum ramah lingkungan ini menjadi penopang pertumbuhan ekonomi Indonesia. Aspek berkelanjutan (*sustainability*) dari penerapan sistem pemanfaatan energi di Indonesia belum dapat terwujud akibat masih adanya ketergantungan berlebihan pada bahan bakar fosil. Pertumbuhan penduduk yang tinggi menimbulkan tantangan dan coba diatasi dengan industrialisasi dan pembangunan. Namun industrialisasi memberikan dampak negatif pada manusia karena industrialisasi akan menyebabkan adanya pencemaran lingkungan (Zulfa dkk, 2016).

Permintaan akan barang dan jasa yang harus disediakan akan meningkat seiring dengan penambahan jumlah penduduk. Penduduk memiliki peran ganda terhadap lingkungan. Di satu sisi, penduduk berperan sebagai faktor pendorong atau penyebab terjadinya degradasi lingkungan seiring dengan adanya ledakan jumlah penduduk. Di lain sisi, penduduk juga berperan sebagai penerima atau terdampak dari degradasi itu sendiri. Holdren (2018) mengatakan bahwa menurut model *Impact Population Affluence Technology* (IPAC), penduduk (*population*) menjadi variabel yang memiliki pengaruh terhadap emisi CO₂. Dari tahun 1990-2018 pertumbuhan penduduk di Indonesia selalu bernilai

positif dengan rata-rata 1,40%, berarti jumlah penduduk selalu meningkat.

Indonesia saat ini masih bergantung pada konsumsi energi fosil seperti batu bara, gas alam, serta minyak bumi. Akan timbul dampak yang besar dari ketergantungan dunia termasuk Indonesia pada bahan bakar fosil termasuk terhadap lingkungan seperti emisi GRK, pencemaran udara, serta pemanasan global. Goncangan kebutuhan energi nasional mungkin terjadi akibat sifat tidak dapat diperbarunya energi fosil. Sumber daya energi ini akan habis dalam jangka waktu tertentu, padahal permintaan terhadap energi selalu meningkat (Triatmojo, 2013). Dari tahun 1990 sampai tahun 2018 konsumsi energi fosil mengalami peningkatan. Berarti di Indonesia pertumbuhan ekonomi masih ditopang oleh konsumsi energi fosil. Pada tahun 2018 konsumsi energi fosil Indonesia yaitu 2.076 TWh, dimana konsumsi energi fosil tersebut naik 102 TWh dari tahun sebelumnya.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) (2016) mengatakan Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang besar. Potensi tersebut dapat dimanfaatkan untuk mencapai akses energi secara merata dan bersih. Namun, di Indonesia penggunaan energi terbarukan hanya mencapai kisaran 6 persen dari bauran energi nasional.

Beberapa faktor yang menjadi penyebab adalah biaya investasi yang masih relatif tinggi, kurangnya pengetahuan masyarakat dalam mengadaptasi penggunaan energi terbarukan, kurangnya dukungan pemerintah, serta rendahnya subsidi terhadap energi terbarukan yang mengakibatkan harga jual energi terbarukan masih tinggi. Dari gambar 5 bisa dilihat bahwa konsumsi energi terbarukan di Indonesia cenderung mengalami kenaikan, namun kenaikannya masih belum signifikan. Pada tahun 2010 terjadi kenaikan tertinggi yaitu sebesar 6,16 TWh atau sebesar 29,6% dari tahun sebelumnya. Penurunan terbesar tahun 2011 sebesar -4,91 TWh atau turun -18,23% dari tahun sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan penduduk, konsumsi energi fosil, konsumsi energi terbarukan, dan emisi CO₂.

LANDASAN TEORI

Menurut BAPPENAS (2014), Emisi (*Emissions*) yaitu pembebasan GKC ke atmosfer, yang menimbulkan gas CO₂ atau CH₄ dari penguraian oleh mikroba pada bahan organik, yang menimbulkan CO₂ dalam proses pembakaran bahan organik, dan yang menimbulkan gas N₂O dalam proses denitrifikasi dan nitrifikasi. Sedangkan Karbon dioksida (*Carbon*

dioxide) adalah gas terbentuk melalui berbagai proses seperti pembakaran bahan bakar minyak, pembakaran bahan organik, dan gas bumi, dan/atau letusan gunung berapi serta dekomposisi bahan organik dengan rumus CO₂ dimana gas tersebut tidak berwarna dan tidak berbau.

Kuznets dalam Jhingan (2012: 57), pertumbuhan ekonomi berarti kemampuan menyediakan barang serta jasa suatu negara untuk penduduknya secara jangka panjang. Sedangkan menurut Prakoso (2019) pertumbuhan ekonomi berarti naiknya output perkapita dalam jangka panjang. Pertumbuhan ekonomi dan emisi CO₂ dijelaskan dalam sebuah hipotesis bernama *Environmental Kuznets Curve* (EKC). Hipotesis EKC menjelaskan bahwa pertumbuhan ekonomi awalnya akan meningkatkan degradasi lingkungan.

Pertumbuhan penduduk merupakan faktor lain yang mengakibatkan peningkatan emisi CO₂ di Indonesia (Zuhri, 2014). Pamungkas (2019: 1) mengatakan bahwa pertumbuhan penduduk yaitu perbandingan jumlah penduduk pada waktu tertentu dengan waktu sebelumnya. Salah satu teori yang relevan yaitu *theori anthropogenic global warming* atau secara singkat dikenal dengan teori AGW. Teori ini menyatakan bahwa aktivitas manusia menghasilkan emisi gas rumah kaca yang menjadi

penyebab utama dari perubahan iklim (Bast, 2010: 29).

Liberty dkk (2013) dalam Sasana (2019) mengemukakan bahwa energi fosil merupakan energi yang suatu saat akan habis karena tidak dapat diperbarui, dan akan menghasilkan gas rumah kaca dalam proses pembakarannya. Sehingga, untuk menghasilkan energi tidak dapat mengandalkan energi fosil. Akibatnya, agar dapat digunakan berulang kali diperlukan energi terbarukan dan berkelanjutan. Ito (2017) dalam Sasana (2019: 37) juga mengemukakan bahwa konsumsi energi fosil dapat menyebabkan polusi dan kerusakan lingkungan karena sisa pembakaran energi fosil berbahaya bagi lingkungan.

Kementerian ESDM (2019) mengemukakan bahwa sumber energi baru terbarukan yaitu energi yang didapat dari proses alam dan berkelanjutan, energi tersebut berasal air, sinar matahari, angin, *geothermal*, dan *biofuel*. Sumber energi tersebut tidak memberikan andil terhadap pemanasan global serta perubahan iklim, karena merupakan energi yang ramah lingkungan dan tidak mencemari lingkungan. Shafei dan Ruhul (2013) dalam Sasana (2019: 38) menemukan bahwa konsumsi energi terbarukan memiliki hubungan negatif dengan emisi CO₂, yang berarti bahwa peningkatan

konsumsi energi terbarukan akan mengurangi emisi CO₂.

METODOLOGI PENELITIAN

Teknik Pengumpulan Data

Metode dalam penelitian ini berupa metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Data dalam penelitian ini yaitu data sekunder berupa data *time series* dari tahun 1990-2018. Variabel dependen penelitian ini yaitu Emisi CO₂ dan variabel independen dalam penelitian ini yaitu Pertumbuhan Ekonomi, Pertumbuhan Penduduk, Konsumsi Energi Fosil, dan Konsumsi Energi Terbarukan. Data dalam penelitian bersumber dari *World Bank* dan BP (*British Petroleum*).

Teknik Analisa Data

1. Uji Asumsi Klasik

Agar dari analisis regresi berganda diperoleh hasil diperoleh hasil akurat dilakukan dengan uji asumsi klasik, sehingga persamaan regresi bersifat *Best Linier Unbiased Estimator* (BLUE). Perlu dilihat ada tidaknya penyimpangan terhadap asumsi klasik, dikarenakan variabel yang menjelaskan dikatakan tidak efisien apabila tidak terpenuhinya asumsi klasik (Ghozali, 2018: 105). Penelitian ini mencakup uji normalitas, uji multikolinearitas, uji autokolerasi, dan uji heteroskedastisitas.

2. Analisa Regresi Linear Berganda

Sugiyono (2014: 275) menyatakan bahwa analisis regresi linear berganda dilakukan apabila peneliti ingin meramalkan keadaan variabel terikat jika 2 atau lebih variabel bebas diturun naikkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas yaitu pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan penduduk, konsumsi energi fosil, dan konsumsi energi terbarukan terhadap Emisi CO₂ sebagai variabel terikat. Persamaan regresi dari variabel tersebut yaitu:

$$\ln(Y) = \beta + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 \ln(X_3) + \beta_4 \ln(X_4) + \varepsilon$$

Keterangan:

- Y = Emisi CO₂
X₁ = Pertumbuhan Ekonomi
X₂ = Pertumbuhan Penduduk
X₃ = Konsumsi Energi Fosil
X₄ = Konsumsi Energi Terbarukan
ln = Logaritma Natural
β = Konstanta
β₁, β₂, β₃, β₄ = Koefisien Regresi
ε = Error Term

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa Data

1. Uji Asumsi Klasik

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDP	0.002303	0.001958	1.176304	0.2510
POP	0.352980	0.122955	2.870798	0.0084
FOSIL	1.410148	0.168314	8.378080	0.0000

Berdasarkan uji normalitas diketahui nilai *probability Jarque-Bera* 0,741024 > 0,05. Jadi data dalam penelitian telah terdistribusi normal. Berdasarkan uji multikolinearitas diketahui bahwa variabel pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan penduduk, konsumsi energi fosil, dan konsumsi energi terbarukan sebagai variabel bebas memiliki nilai VIF kurang dari 10. Berarti multikolinearitas tidak terjadi. Berdasarkan uji autokorelasi diketahui *Prob. Chi-Squared* sebesar 0,1518 lebih dari 0,05 atau nilai signifikans. Berarti tidak terjadi autokorelasi. Dan dari hasil uji heteroskedastisitas diketahui nilai *Prob. Chi-Squared* sebesar 0,2646 lebih dari 0,05 atau nilai signifikansi yang digunakan. Berarti gejala heteroskedastisitas tidak terjadi. Sehingga data penelitian dinyatakan telah lolos uji asumsi klasik.

2. Analisis Regresi Linear Berganda

Tabel 1 Hasil Uji Regresi

Dependent Variable: CO₂

Method: Least Squares

Date: 06/11/20 Time: 13:36

Sample: 1990 2018

Included observations: 29

EBT	-0.140671	0.116113	-1.211500	0.2375
C	-2.191942	0.573171	-3.824236	0.0008
R-squared	0.961586	Mean dependent var		2.517241
Adjusted R-squared	0.955183	S.D. dependent var		0.162478
S.E. of regression	0.034397	Akaike info criterion		-3.746135
Sum squared resid	0.028395	Schwarz criterion		-3.510395
Log likelihood	59.31896	Hannan-Quinn criter.		-3.672304
F-statistic	150.1924	Durbin-Watson stat		1.395575
Prob(F-statistic)	0.000000			

Sumber: *Output Eviews 10, data diolah (2020)*

Persamaan berdasarkan hasil estimasi di atas adalah sebagai berikut:

$$\ln(Y) = -2.191942 + 0.002303X_1 + 0.352980X_2 + 1.410148 \ln(X_3) - 0.140671 \ln(X_4) + \varepsilon$$

Diketahui *Adjusted R-squared* sebesar 0.955183, menunjukkan besarnya pengaruh variabel Pertumbuhan Ekonomi, Pertumbuhan Penduduk, Konsumsi Energi Fosil, dan Konsumsi Energi Terbarukan sebesar 95,52%. Artinya Pertumbuhan Ekonomi, Pertumbuhan Penduduk, Konsumsi Energi Fosil, dan Konsumsi Energi Terbarukan memiliki pengaruh sebesar 95,52% terhadap Emisi CO₂ sedangkan 4,48% sisanya dipengaruhi oleh variabel lainnya diluar model regresi.

Berdasarkan tabel 1, dapat dianalisis sebagai berikut:

1. Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi pada Emisi CO₂ di Indonesia tahun 1990-2018

Dari hasil penelitian, diketahui pertumbuhan ekonomi memiliki pengaruh positif pada emisi CO₂ dengan nilai koefisien 0,002303, berarti jika terjadi kenaikan Pertumbuhan Ekonomi 1 persen, diasumsikan variabel lain stagnan, maka terjadi kenaikan Emisi CO₂ sebesar 0,002303 persen. Hasil uji parsial diketahui t-hitung yaitu 1,176304, sehingga hasil t-hitung lebih rendah dari t-tabel yaitu 1,176304 < 1,71088 dengan prob 0,251 > 0,05 dimana nilai signifikansi pertumbuhan ekonomi lebih besar dibandingkan dengan derajat kesalahan. Berarti Hipotesis nol (Ho) tidak ditolak dan Hipotesis alternatif (Ha) ditolak, jadi variabel pertumbuhan ekonomi mempunyai pengaruh positif dan tidak signifikan pada Emisi CO₂.

Hasil estimasi tidak sesuai hipotesis dimana seharusnya pertumbuhan ekonomi berpengaruh secara signifikan terhadap emisi CO₂. Penopang pertumbuhan ekonomi Indonesia adalah konsumsi rumah tangga, sehingga emisi CO₂ yang dihasilkan relatif kecil. Berarti

pertumbuhan ekonomi di Indonesia tidak selalu diikuti oleh peningkatan Emisi CO₂. Hasil tersebut sesuai dengan kondisi di Indonesia. Dimana pertumbuhan ekonomi di Indonesia tahun 1990-2018 cenderung stagnan namun emisi CO₂ di Indonesia juga peningkatan.

Penelitian Ersalina Tang (2017) mendukung penelitian ini, dalam penelitiannya pertumbuhan Ekonomi di 17 negara Asia tidak memiliki pengaruh signifikan pada emisi CO₂. Artinya pertumbuhan ekonomi mempunyai hubungan yang relatif kecil terhadap peningkatan emisi CO₂. Penelitian Ridwan Fauzi (2015) mendukung penelitian ini, dimana dalam penelitiannya pertumbuhan ekonomi berpengaruh positif pada emisi CO₂ yaitu sebesar 1,98%.

2. Pengaruh Pertumbuhan Penduduk pada Emisi CO₂ di Indonesia tahun 1990-2018

Dari hasil analisis diketahui bahwa pertumbuhan penduduk bernilai positif terhadap emisi CO₂ dengan nilai koefisien 0.352980, berarti bahwa apabila Pertumbuhan penduduk mengalami peningkatan 1 persen, diasumsikan variabel lain stagnan, akan terjadi peningkatan Emisi CO₂ 0.352980 persen. Hasil uji parsial diketahui t-hitung sebesar 8,378080, sehingga t-hitung lebih tinggi dari t-tabel yaitu $8,378080 > 1,71088$ dengan prob $0,0084 < 0,05$, nilai

signifikansi pertumbuhan penduduk lebih kecil dibandingkan dengan derajat kesalahan. Berarti Hipotesis nol (H₀) ditolak dan Hipotesis alternatif (H_a) tidak ditolak, jadi variabel konsumsi energi fosil mempunyai pengaruh positif signifikan pada Emisi CO₂.

Karena pertumbuhan penduduk mendorong terjadinya pertumbuhan kendaraan bermotor yang akan mendorong penggunaan energi terutama minyak bumi. Selain itu pertumbuhan penduduk juga mengakibatkan penurunan ruang terbuka hijau, serta masih rendahnya kesadaran masyarakatan terhadap pencemaran udara serta pengendaliannya sehingga pertumbuhan penduduk mempunyai pengaruh yang signifikan pada emisi CO₂. Hal tersebut sejalan dengan kondisi Indonesia. Pertumbuhan penduduk di Indonesia selalu bernilai positif yang mengindikasikan bahwa jumlah penduduk di Indonesia mengalami selalu meningkat dan diikuti oleh kenaikan tingkat Emisi CO₂ di Indonesia.

Penelitian Anny Key Mendonca dkk (2020) mendukung penelitian ini, menyatakan bahwa adanya pengaruh positif dan signifikan pertumbuhan penduduk pada emisi CO₂. Apabila populasi naik sebesar satu persen akan mengakibatkan peningkatan Emisi CO₂ sebesar 1,67 persen. Penelitian Kangyin Dong dkk (2018) juga mendukung

penelitian ini, menyatakan bahwa populasi berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap peningkatan emisi CO₂.

3. Pengaruh Konsumsi Energi Fosil pada Emisi CO₂ di Indonesia tahun 1990-2018

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil analisis diketahui bahwa konsumsi energi fosil bernilai positif terhadap emisi CO₂ dengan nilai koefisien 1.410148, berarti bahwa setiap ada kenaikan konsumsi energi fosil 1 persen, diasumsikan variabel lain stagnan, akan terjadi peningkatan Emisi CO₂ sebesar 1.410148 persen. Hasil uji parsial diketahui t-hitung sebesar 2,870798, sehingga t-hitung lebih tinggi dari t-tabel yaitu $2,870798 > 1,71088$ dengan prob $0,0000 < 0,05$, nilai signifikansi konsumsi energi fosil lebih kecil dibandingkan dengan derajat kesalahan. Berarti Hipotesis nol (Ho) ditolak dan Hipotesis alternatif (Ha) tidak ditolak, jadi variabel konsumsi energi fosil mempunyai pengaruh positif signifikan pada Emisi CO₂.

Pada negara berkembang bahan bakar fosil digunakan untuk mempercepat untuk mempercepat pertumbuhan ekonomi dan memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat. Seperti negara berkembang lainnya, Indonesia juga menghadapi berbagai tantangan ekonomi dan terus berjuang untuk meningkatkan

standar hidup masyarakat. Untuk menghasilkan lebih banyak barang, Indonesia menggunakan lebih banyak bahan bakar fosil yang menghasilkan limbah, salah satunya dalam bentuk emisi CO₂. Penggunaan bahan bakar fosil menghasilkan Emisi CO₂ yang tinggi, karena masih kurangnya penggunaan teknologi yang ramah lingkungan. Hal tersebut sejalan dengan kondisi yang terjadi di Indonesia, tahun 1990-2018 konsumsi energi fosil di Indonesia mengalami fluktuasi dengan kecenderungan naik. Hal tersebut mengakibatkan di Indonesia terjadi peningkatan emisi CO₂.

Penelitian Ersalina Tang (2017) mendukung penelitian ini, menunjukkan variabel konsumsi energi fosil mempengaruhi konsentrasi gas rumah kaca terutama emisi CO₂ secara positif. Penelitian Hanif dkk (2019) juga mendukung penelitian ini, menunjukkan pada negara berkembang di Asia konsumsi bahan bakar fosil berpengaruh positif dan signifikan pada emisi CO₂. Dimana peningkatan satu persen konsumsi energi fosil akan meningkatkan 0,29% emisi CO₂.

4. Pengaruh Konsumsi Energi Terbarukan pada Emisi CO₂ di Indonesia tahun 1990-2018

Dari hasil analisis diketahui bahwa konsumsi energi terbarukan bernilai negatif pada emisi CO₂ dengan nilai

koefisien 0.140671, sehingga setiap ada kenaikan konsumsi energi terbarukan 1 persen, diasumsikan variabel lainnya stagnan, maka terjadi penurunan Emisi CO₂ 0.140671 persen. Hasil uji parsial diketahui t-hitung sebesar -1,211500, sehingga t-hitung lebih rendah dari t-tabel yaitu $-1,211500 < 1,71088$ dengan prob $0.2375 > 0,05$, nilai signifikansi konsumsi energi terbarukan lebih besar dibandingkan dengan derajat kesalahan. Artinya Hipotesis nol (H₀) tidak ditolak dan Hipotesis alternatif (H_a) ditolak, jadi variabel konsumsi energi terbarukan berpengaruh negatif dan tidak signifikan pada Emisi CO₂.

Dikarenakan belum optimalnya pemanfaatan energi terbarukan maka konsumsi energi terbarukan tidak berpengaruh signifikan pada emisi CO₂. Beberapa faktor yang menjadi penyebab adalah biaya investasi yang masih relatif tinggi, kurangnya pengeahuan masyarakat dalam mengadaptasi penggunaan energi terbarukan, kurangnya dukungan pemerintah, serta rendahnya subsidi terhadap energi terbarukan yang mengakibatkan harga jual energi terbarukan masih tinggi. Pengembangan efisiensi energi serta konsumsi energi terbarukan sebagai upaya mitigasi energi belum diikuti oleh penurunan emisi CO₂. Hal tersebut sejalan dengan kondisi di Indonesia. Konsumsi energi terbarukan

selama tiga tahun terakhir di Indonesia cenderung mengalami peningkatan, hal tersebut seharusnya diikuti dengan penurunan emisi CO₂. Akan tetapi emisi CO₂ justru mengalami peningkatan. Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi energi terbarukan tidak selalu diimbangi dengan penurunan emisi CO₂.

Penelitian Bilgili dkk (2016) mendukung penelitian ini, dalam penelitiannya diketahui bahwa variabel konsumsi energi terbarukan berpengaruh negatif pada emisi CO₂. Energi terbarukan merupakan energi bersih dan ramah lingkungan karena energi terbarukan menyebabkan emisi gas polutan yang jauh lebih sedikit bila dibandingkan dengan sumber energi fosil sehingga dampaknya pada emisi CO₂ negatif. Penelitian Apergis dkk (2010) juga mendukung penelitian ini, yang mengemukakan energi terbarukan tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap mitigasi emisi CO₂ terhadap beberapa negara berkembang dan maju, karena terutama pada negara berkembang konsumsi energi terbarukan belum dikembangkan dengan baik.

5. Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Pertumbuhan Penduduk, Konsumsi Energi Fosil, dan Konsumsi Energi Terbarukan Terhadap Emisi CO₂ di Indonesia Tahun 1990-2018

Berdasarkan hasil Uji F atau secara simultan diketahui nilai F-hitung

penelitian ini 150,1924 sehingga diperoleh F-hitung lebih tinggi dari F-tabel 150,1924 > 2,78 dengan prob 0,0000 < 0,05. Sehingga Hipotesis nol (H_0) ditolak dan Hipotesis alternatif (H_a) tidak ditolak. Jadi variabel Pertumbuhan Ekonomi, Pertumbuhan Penduduk, Konsumsi Energi Fosil, dan Konsumsi Energi Terbarukan secara bersama-sama berpengaruh secara signifikan terhadap Emisi CO_2 .

Salah satu penyebab pertumbuhan ekonomi yaitu adanya pertumbuhan penduduk sehingga terjadi peningkatan permintaan barang dan jasa, hal tersebut akan merangsang pertumbuhan ekonomi. Di Indonesia pertumbuhan ekonomi masih bergantung dengan penggunaan energi yang kurang ramah lingkungan, yaitu berupa energi fosil. Sedangkan energi terbarukan yang dirasa lebih ramah lingkungan belum dikembangkan dengan baik, sehingga penggunaannya masih relatif kecil dibandingkan dengan penggunaan energi fosil. Sehingga secara simultan pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan penduduk, konsumsi energi fosil, dan konsumsi energi terbarukan mempunyai pengaruh pada emisi CO_2 .

Penelitian ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Hadi Sasana dan Jaka Aminata (2019) yang menyatakan bahwa variabel pertumbuhan ekonomi, total penggunaan energi primer, subsidi energi, penggunaan energi

terbarukan, dan pertumbuhan penduduk secara simultan mempengaruhi emisi karbon dioksida (CO_2). Penelitian Dong dkk (2018) juga mendukung penelitian ini, menyatakan variabel pertumbuhan ekonomi, populasi, serta energi terbarukan secara simultan mempengaruhi emisi karbon dioksida (CO_2).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pertumbuhan ekonomi memiliki pengaruh positif dan tidak signifikan terhadap emisi CO_2 . Berarti setiap peningkatan pertumbuhan ekonomi tidak selalu mengakibatkan kenaikan emisi CO_2 di Indonesia.
2. Pertumbuhan penduduk memiliki pengaruh positif signifikan terhadap emisi CO_2 . Berarti setiap peningkatan pertumbuhan penduduk akan mengakibatkan kenaikan emisi CO_2 di Indonesia.
3. Konsumsi energi fosil memiliki pengaruh positif signifikan terhadap emisi CO_2 . Berarti setiap peningkatan konsumsi energi fosil akan mengakibatkan kenaikan emisi CO_2 di Indonesia.
4. Konsumsi energi terbarukan memiliki pengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap emisi CO_2 . Berarti setiap

kenaikan konsumsi energi terbarukan tidak selalu mengakibatkan penurunan emisi CO₂ di Indonesia.

5. Secara simultan Pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan penduduk, konsumsi energi fosil, dan konsumsi energi terbarukan signifikan pada emisi CO₂ di Indonesia.

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka terdapat beberapa hal yang dapat peneliti berikan sebagai masukan atau saran, sebagai berikut:

1. Perlunya peningkatan pertumbuhan ekonomi dengan menciptakan teknologi-teknologi yang ramah lingkungan guna meminimalkan penggunaan bahan bakar fosil. Salah satunya dengan cara mewajibkan perusahaan-perusahaan besar menggunakan teknologi yang ramah lingkungan.
2. Perlunya kebijakan yang tepat dari pemerintah untuk mengatasi pertumbuhan populasi agar dapat selaras dengan pembangunan yang berkelanjutan. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu dengan menggalakan kembali program Keluarga Berencana (KB) serta mensukseskan program sertifikasi pranikah dan memberikan sanksi yang tegas terhadap pelanggaran yang dilakukan.
3. Pemerintah perlu mengatasi ketergantungan pada energi fosil salah

satunya dengan cara mewajibkan semua gedung dan rumah menggunakan solar cell.

4. Konsumsi energi terbarukan di Indonesia masih sangat rendah, sehingga perlu adanya pengoptimalan penggunaan energi terbarukan. Beberapa cara yang dapat dilakukan yaitu dengan mengembangkan pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga air, serta pemberian subsidi terhadap pengembangan energi baru dan terbarukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achsa, Adhatu dan Rian Destiningsih. 2020. Determinan Profitabilitas pada Industri Makanan dan Minuman Indonesia. *Jurnal Riset Ekonomi Pembangunan*. Vol. 5. No. 1. Hal: 1-13.
- Apergis, Nicholas dkk. 2010. On the causal dynamics between emissions, nuclear energy, renewable energy, and economic growth. *Ecological Economics Journal*. Vol. 69. No.11, Hal: 2255–2260.
- Arista, T.R. dan Syamsul Amar. 2019. Analisis Kausalitas Emisi CO₂, Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi, dan Modal Manusia di ASEAN. *Jurnal Kajian Ekonomi dan Pembangunan*. Vol. 1. No. 2. Hal: 519-532.
- BAPPENAS. 2014. *Pedoman Teknis Penghitungan Baseline Emisi dan Serapan Gas Rumah Kaca Sektor*

- Berbasis Lahan*. Jakarta: BAPPENAS.
- Bilgili, Faik, Emrah Kocak, dan Umit Bulut. 2016. The dynamic impact of renewable energy consumption on CO₂ emissions: A revisited Environmental Kuznets Curve approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews Journal*. Vol. 54. No. 7. Hal: 838-845.
- BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika). 2012. *Buku Informasi Perubahan Iklim dan Kualitas Udara Di Indonesia*. Jakarta: BMKG.
- BP (British Petroleum). 2019. *Statiscal Review of Global Energy* diakses pada tanggal 3 Desember 2019 dari <http://www.bp.com>.
- Budiarto, R. 2013. *Pengantar Teknologi Terbarukan*. Yogyakarta: Deprtemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika, UGM.
- Dong, Kangyin dkk. 2018. CO₂ emissions, economic and population growth, and renewable energy: Empirical evidence across regions. *Energy Economics*. Vol. 75. No. 10. Hal: 180-192.
- Fauzi, Ridwan. 2017. Pengaruh Konsumsi Energi, Luas Kawasan Hutan, dan Pertumbuhan Ekonomi terhadap Emisi CO₂ di 6 (Enam) Negara Anggota ASEAN: Pendekatan Data Panel. *Ecolab Journal*. Vol. 11. No. 1. Hal: 1-52.
- Ghozali, Imam. 2018. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hanif, Imran dkk. 2019. Fossil fuels, foreign direct investment, and economic growth have triggered CO₂ emissions in emerging Asian economies: Some empirical evidence. *Energy Journal*. Vol. 171, 15. No.11. Hal: 493-501.
- Holdren, John P. 2018. A Brief History of "IPAT". *The Journal of Population and Sustainability*. Vol 2. No.2. Hal: 66-74.
- Jhingan, M.L. 2012. *Ekonomi Pembangunan dan Perencanaan*. (Alih Bahasa: D. Guritno). Jakarta: Rajawali Pers.
- Kementerian ESDM. 2016. *Program Strategis EBTKE dan Ketenagalistrikan*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Labiba, Dina dan Wisnu Pradito, 2018. Sebaran Emisi CO₂ dan Implikasinya terhadap Penataan Ruang Area Industri di Kendal. *Jurnal Pembangunan Kota*. Vol. 6. No. 2. Hal: 164-173.
- Mendonca, Anny Key S., Gabriel de Andrade Conradi Barni, Matheus Fernando Moro, Antonio Cezar Bornia, Emil Kupek, dan Lincoln Fernandes. 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 Journal*. Vol. 22. No. 16. Hal: 58-67.
- Prakoso, Jalu Aji, Fitrah Sari Islami, dan Rr Retno Sugiharti. 2019. Analisis Kemampuan dan Kemandirian Keuangan Daerah Terhadap Pertumbuhan Ekonomi dan

- Kemiskinan di Jawa Tengah. *Jurnal Riset Ekonomi Pembangunan*. Vol. 4. No. 1. Hal: 87-100.
- Sasana, Hadi. 2019. *Subsidi Energi, Pertumbuhan Ekonomi, dan Kualitas Lingkungan di Indonesia*. Semarang: Undip Press.
- Sasana, Hadi dan Jaka Aminata. 2019. Energy Subsidy, Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Dioxide Emission: Indonesian Case Studies. *International Journal of Energy Economics and Policy*. Vol. 9. No. 2. Hal: 117-122.
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan Cetakan ke-20*. Bandung: Alfabeta.
- Sukirno, Sadono. 2011. *Makro Ekonomi Teori Pengantar, Edisi Ketiga*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Tang, Ersalina. 2017. Pengaruh Penanaman Modal Asing, Pendapatan Domestik Bruto, Konsumsi Energi, Konsumsi Listrik, dan Konsumsi Daging Terhadap Kualitas Lingkungan Pada 41 Negara di Dunia dan 17 Negara di Asia Periode 1999-2013. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*. Vol. 6. No. 2. Hal: 1896-1914.
- Triatmojo, Fery. 2013. Dinamika Kebijakan Diversifikasi Energi di Indonesia: Analisa Kebijakan Pengembangan Energi Terbarukan di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Administrasi Publik dan Pembangunan*. Vol. 4. No. 2. Hal: 146-159.
- World Bank. 2018. GDP growth (annual persen) - Indonesia diakses Desember 3, 2019 dari: <https://data.worldbank.org/> 2018. *World Bank*. Population Total-Indonesia diakses pada tanggal 3 Desember 2019 dari <https://data.worldbank.org/>
- Zulfa, Vania dkk. 2016. Isu-Isu Kritis Lingkungan dan Perspektif Global. *Jurnal Green Growth dan Manajemen Lingkungan*. Vol. 5. No. 1. Hal: 29-40.