

ANALISIS KAUSALITAS PARIWISATA, KONSUMSI ENERGI FOSIL, PERTUMBUHAN EKONOMI DAN EMISI CO₂ DI INDONESIA

Riska Juliani¹, Dwi Rahmayani², Naswa Tabrizia Akmala³, Lisa Fatkul Janah⁴
Universitas Negeri Semarang^{1,2,3,4}

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara yang memproduksi emisi CO₂ terbesar di dunia, seperti yang diketahui jika perubahan emisi CO₂ dapat mempengaruhi perubahan iklim dunia. Adanya penelitian ini agar dapat melihat perubahan hubungan antar tahun dari pariwisata, konsumsi energi fosil, pertumbuhan ekonomi dan emisi CO₂ di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan kausalitas antara variabel pariwisata, konsumsi energi fosil, pertumbuhan ekonomi, dan emisi CO₂ yang ada di Indonesia. Teori Kuznet digunakan sebagai dasar teori penelitian ini. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah Vector Error Correction Model (VECM), dengan data periode tahun 1971 hingga 2019. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variabel pariwisata dan pertumbuhan ekonomi baik pada jangka panjang maupun jangka pendek berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi CO₂. Sementara itu, variabel energi fosil menunjukkan pengaruh hubungan yang tidak signifikan baik pada jangka panjang maupun jangka pendek terhadap emisi CO₂. Oleh karena itu, program mitigasi dan pemulihan lingkungan baik pemerintah, masyarakat dan para pelaku kepentingan (stakeholder) ini sangat diperlukan guna mendukung pertumbuhan ekonomi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kata Kunci: *Emisi CO₂, Energi Fosil, Kuznet, Pariwisata, Pertumbuhan Ekonomi, Vector Error Correction Model (VECM).*

Kode JEL: *Q49, Q54, Q56*

PENDAHULUAN

Perubahan iklim yang disebabkan oleh emisi CO₂ pada saat ini tengah menjadi perhatian utama oleh dunia internasional karena kondisi suhu bumi yang terus mengalami peningkatan. Peningkatan suhu bumi ini sangat dipengaruhi oleh tingginya konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer sehingga menyebabkan terjadinya pemanasan global (*global warming*). Pemanasan global merupakan suatu proses dimana rata-rata suhu permukaan bumi mengalami peningkatan (Pratama & Parinduri, 2019)

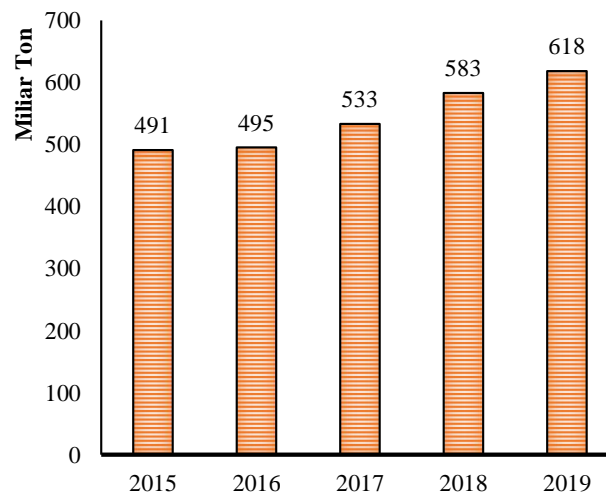
Adanya pemanasan global ini dapat mempengaruhi perubahan-perubahan yang terjadi pada ekosistem di bumi. Perubahan-perubahan tersebut meliputi proses perubahan iklim terjadi sangat ekstrim, naiknya permukaan air laut yang disebabkan karena es di kutub mencair, serta dapat mengancam populasi flora dan fauna di bumi (Surtani, 2015). Selain itu, peningkatan pemanasan global juga menyebabkan kualitas udara yang ada di bumi semakin memburuk akibat konsentrasi gas rumah kaca (GRK)

mengalami peningkatan. Untuk itu, peningkatan suhu bumi secara terus menerus dapat berdampak buruk terhadap kondisi lingkungan di bumi.

Indonesia merupakan salah satu negara yang memproduksi emisi CO₂ terbesar di dunia. Pada tahun 1990 hingga 2015, emisi gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan oleh negara Indonesia mengalami peningkatan hingga mencapai tiga kali lipat. Peningkatan laju gas rumah kaca ini diprediksi akan terus mengalami peningkatan hingga tahun 2030. Pada saat ini, sektor yang memproduksi gas rumah kaca terbesar di Indonesia adalah sektor kehutanan dan energi dimana menyumbang porsi yang sangat dominan terhadap emisi gas rumah kaca secara keseluruhan di Indonesia. Peningkatan emisi CO₂ di Indonesia salah satu penyebabnya yaitu penggunaan energi oleh sektor-sektor sehingga menyumbang emisi CO₂ dari total gas rumah kaca (GRK) nasional. Tercatat bahwa pada tahun 2012 hingga 2017 peningkatan emisi CO₂ di Indonesia disebabkan karena adanya pembangkit listrik, sektor transportasi, dan sektor industri yang mengkonsumsi energi khususnya penggunaan energi fosil. Adanya peningkatan emisi CO₂ di Indonesia ini tentunya menyebabkan resiko terhadap perubahan iklim yang sangat ekstrim.

Perubahan iklim yang terjadi di Indonesia semakin buruk akibat adanya kenaikan suhu bumi hingga mencapai 3°C. Untuk itu, perubahan iklim ini sangat berdampak pada kondisi pangan, air, ekosistem, kesehatan dan habitat manusia. Berikut merupakan data emisi CO₂ yang dihasilkan oleh negara Indonesia.

Gambar 1 Total Emisi CO₂ di Indonesia



Sumber: World Bank, 2021.

Pada grafik di atas terlihat bahwa emisi CO₂ di Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Tercatat pada tahun 2015 total emisi CO₂ di Indonesia hanya sebesar 490,84 miliar ton. Kemudian angka ini mengalami peningkatan hingga mencapai 617,97 miliar ton pada tahun 2019. Semakin meningkatnya total emisi CO₂ di Indonesia menunjukkan bahwa kualitas udara semakin buruk yang diakibatkan oleh meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca (GRK). Produksi emisi CO₂ di Indonesia ini tidak terlepas dari aktivitas yang dilakukan oleh manusia (Labiba et al., 2018).

Aktivitas tersebut antara lain pada sektor ekonomi, sektor industri, sektor transportasi dan sektor lainnya yang sangat berkontribusi terhadap produksi gas rumah kaca (GRK). Adanya peningkatan tersebut secara langsung maupun tidak langsung sangat kondisi iklim sehingga dapat menurunkan kualitas lingkungan.

Industri pariwisata merupakan salah satu penyumbang emisi CO₂ di dunia. Berdasarkan penelitian Nature (2018), industri pariwisata telah menyumbang sebesar 8% karbondioksida bagi bumi. Tingginya perjalanan wisata membuat peningkatan penggunaan fasilitas penerbangan udara sehingga meningkatkan pembakaran bahan bakar fosil. Penelitian dari (Lenzen et al., 2018) menunjukkan bahwa , jejak karbon global pariwisata mengalami kenaikan 3,9 hingga 4,5 GtCO₂e, di mana empat kali lebih banyak dari perkiraan sebelumnya, atau berkontribusi sekitar 8% dari emisi gas rumah kaca global. Paris Climate Accord (Kesepakatan Paris) pada tahun 2015 juga mengatakan jika ekspedisi udara dan bunker digabungkan maka akan menyumbang emisi karbon sebanyak 12%.

Di Indonesia sendiri banyak wisatawan asing dari mancanegara yang berdatangan untuk berlibur. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat bahwa kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia untuk melakukan pariwisata pada tahun 2015 hanya sebesar 10.230.775 wisatawan mancanegara. Jumlah ini mengalami kenaikan menjadi 16.108.600 wisatawan mancanegara pada tahun 2019. Hal tersebut menunjukkan bahwa ketertarikan para wisatawan mancanegara terhadap pariwisata di Indonesia semakin tinggi. Adanya kedatangan dan keberangkatan wisatawan mancanegara tentunya memerlukan transportasi. Tingginya kebutuhan transportasi berdampak pada meningkatnya jumlah transportasi di Indonesia. Tercatat pada tahun 2015 jumlah transportasi yang ada di Indonesia hanya sebesar 105.303.310 unit, kemudian mengalami peningkatan hingga mencapai 133.617.010 unit. Tentunya dalam beroperasi kendaraan tersebut mengeluarkan polusi berupa asap yang menyebabkan timbulnya emisi CO₂. Untuk itu, berdampak pada menurunnya kualitas udara di Indonesia.

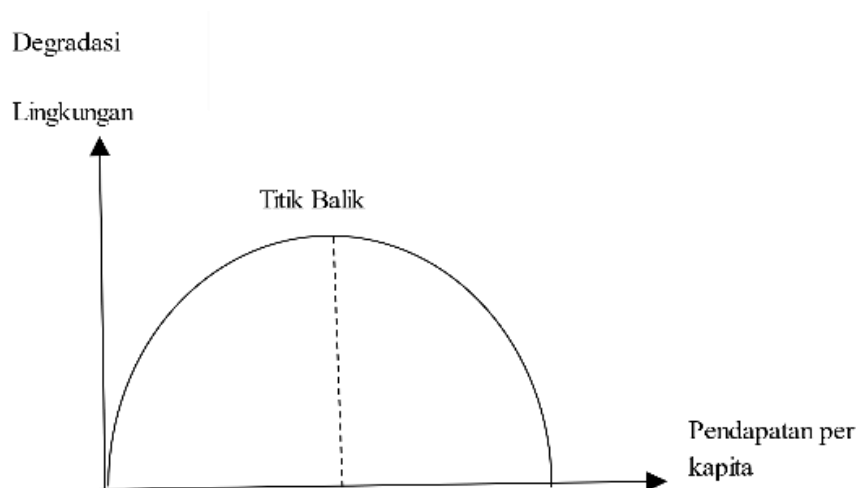
Sektor pariwisata di Indonesia tentunya juga membutuhkan sumber energi yang sangat besar. Peningkatan aktivitas pariwisata berdampak pada peningkatan konsumsi energi. Konsumsi energi merupakan faktor penghubung antara kualitas lingkungan dan pariwisata (Liu et al., 2019) Hingga saat ini negara Indonesia masih bergantung pada bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat bahwa konsumsi bahan bakar fosil di Indonesia pada tahun 2015 hanya sebesar 68,67 persen, kemudian meningkat menjadi sebesar 72,25 persen pada tahun 2020. Adanya ketergantungan Indonesia terhadap bahan bakar fosil ini memiliki dampak yang sangat besar yaitu peningkatan emisi CO₂ yang menyebabkan meningkatnya pemanasan global.

Peningkatan industri pariwisata telah menyumbang PDB negara Indonesia. Berdasarkan data dari Kementerian Pariwisata, industri pariwisata pada tahun 2015 menyumbang PDB Indonesia sebesar 4,25 persen, yang kemudian meningkat menjadi 4,80 persen pada tahun 2019. Namun, PDB yang terus meningkat ini menyebabkan peningkatan emisi CO₂ di Indonesia. Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan kausalitas antara pariwisata, konsumsi energi, pertumbuhan ekonomi, dan emisi CO₂ di Indonesia.

KAJIAN PUSTAKA

Teori Kuznet digunakan sebagai dasar teori penelitian ini. Teori ini menggambarkan hubungan pertumbuhan ekonomi dengan kerusakan lingkungan yang membentuk kurva U terbalik. Menurut teori ini pertumbuhan ekonomi akan diikuti dengan adanya kerusakan lingkungan, namun sampai titik balik kerusakan tersebut akan mengalami penurunan. Hipotesis teori ini mengatakan bahwa kerusakan lingkungan akan terus meningkat seiring dengan tingkat pendapatan yang terus meningkat. Pada satu titik tertentu (*turning point*) dalam tingkat pencapaian pertumbuhan ekonomi tertentu kerusakan lingkungan akan mengalami penurunan yang digambarkan dengan kurva U-terbalik.

Gambar 2 Diagram Kurva Kuznet



Sumber: Todaro, 2006

Adanya pengembangan pariwisata yang semakin meningkat di Indonesia mampu mendorong perekonomian yang ada di daerah tersebut. Hal ini karena dengan pengembangan yang baik maka suatu tempat pariwisata banyak diketahui oleh banyak orang sehingga menarik para wisatawan untuk berkunjung. Dengan begitu banyak membuka lapangan pekerjaan bagi masyarakat setempat sehingga jumlah kemiskinan pun bisa berkurang. Artinya pariwisata mampu menyumbangkan Produk Domestik Bruto dan Devisa negara.

Meningkatnya pertumbuhan ekonomi berakibat pada kesejahteraan masyarakat yang semakin membaik. Hal tersebut karena semakin meningkatnya pertumbuhan ekonomi dapat digunakan untuk pembangunan ekonomi yang dapat berguna bagi masyarakat. Misalnya apabila suatu negara memiliki pertumbuhan ekonomi yang tinggi maka dapat membangun fasilitas negara tersebut, kelengkapan fasilitas dapat mempermudah kehidupan masyarakat, sehingga mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Namun peningkatan pertumbuhan ekonomi harus dibarengi dengan pelestarian lingkungan, dengan adanya pelestarian lingkungan diharapkan dapat mengurangi dampak emisi CO₂. Seperti halnya dapat dilihat dari beberapa penelitian terdahulu terkait beberapa variabel yang diduga memiliki kausalitas terhadap emisi CO₂.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan suatu proses dalam melakukan penemuan pengetahuan dengan menggunakan data berbentuk angka yang digunakan sebagai alat analisis untuk mengetahui mengenai sesuatu yang ingin diketahui. Dalam penelitian ini data yang digunakan yaitu data sekunder dengan jenis data runtut waktu (*time series*).

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui hubungan kausalitas antara pariwisata, konsumsi energi fosil, pertumbuhan ekonomi, dan emisi CO₂ di Indonesia. Periode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 1971 hingga 2019. Metode yang digunakan dalam metode ini yaitu *Vector Error Correction Model* (VECM). Metode VECM ini adalah turunan dari metode VAR (*Vector Autoregresif*). Syarat yang harus dipenuhi dalam analisis menggunakan metode VECM adalah semua variabel harus stasioner pada level yang sama yaitu *first difference* (Gujarati & Porter, 2015)

Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data berupa metode kepustakaan (*library research*) yaitu dengan mengumpulkan data-data yang berasal dari publikasi atau laporan-laporan dan tulisan ilmiah yang memiliki hubungan dengan topik penelitian ini. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu data pariwisata, konsumsi energi fosil, pertumbuhan ekonomi, dan emisi CO₂ di Indonesia. Periode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 1971 hingga 2019. Sumber data dalam penelitian ini berasal dari data publikasi World Bank dan Badan Pusat Statistik.

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dan lokasi yang diambil yaitu negara Indonesia. Data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah: (i) jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia, (ii) konsumsi energi fosil, (iii) pertumbuhan ekonomi, dan (iv) total emisi CO₂. Metode analisis yang digunakan yaitu *Vector Error Correction Model* (VECM). Penggunaan metode ini untuk mengetahui hubungan kausalitas baik jangka pendek maupun jangka panjang antara keempat variabel yang digunakan. Pada penelitian ini metode VECM diolah dengan menggunakan *software* Eviews 9.

Adapun beberapa uji yang harus dilalui dalam menggunakan metode VECM antara lain yaitu:

1. Uji stasioneritas, dimana data runtun waktu (*time series*) harus memiliki sifat yang rata dan variasi yang tidak berbeda-beda di setiap kurun waktu (Gujarati & Porter, 2015)
2. Uji Lag Optimum, untuk menentukan panjang lag optimum yang digunakan. Menurut (Gujarati & Porter, 2015) mengatakan bahwa variabel terikat ke variabel bebas jarang terjadi ketergantungan, namun variabel terikat biasanya merespon perubahan variabel bebas dengan jarak waktu.
3. Uji stabilitas VAR untuk mengetahui kesetabilan model yang digunakan.

4. Uji kointegrasi yaitu untuk mengetahui keseimbangan hubungan jangka panjang variabel yang digunakan.
5. Uji kausalitas granger untuk mengetahui hubungan sebab akibat dari variabel yang digunakan. Dalam uji ini dapat terdeteksi apakah variabel terikat dapat diperlakukan sebagai variabel bebas dan sebaliknya dan antar variabel dapat mempengaruhi atau tidak.
6. Uji estimasi VECM untuk mengetahui hubungan jangka panjang dari suatu variabel namun tetap memberikan hasil dalam jangka pendek.
7. Uji *Impluse Response Function* (IRF) dalam uji ini akan mengetahui respon suatu variabel dalam menghadapi guncangan variabel tertentu. Selain itu juga dapat menemukan dampak dari adanya gangguan tersebut.
8. Uji *Forecast Error Variance Decomposition* (FEVD) dalam uji ini dilakukan peramalan berbagai kesalahan inovasi suatu variabel terhadap variabel lain. Model ekonometrik dalam penelitian ini dapat ditulis sebagai berikut:

$$CO2_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Log Pariwisata}_t + \beta_2 \text{KEF}_t + \beta_3 \text{Growth}_t + e_t \dots (1)$$

Di mana:

CO ₂	=	Emisi Karbondioksida
Pariwisata	=	Jumlah Wisatawan Luar Negeri
KEF	=	Konsumsi Energi Fosil
Growth	=	Pertumbuhan Ekonomi
β	=	Koefisien
t	=	Periode waktu
e	=	Residual (<i>error</i>)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Uji Stasioneritas

Langkah pertama dalam prosedur pengujian yaitu uji stasioneritas terhadap variabel pariwisata, konsumsi energi fosil, pertumbuhan ekonomi dan emisi CO₂ pada tingkat level dan 1st difference. Tujuan dilakukannya uji stasioneritas ini untuk mengetahui apakah data yang digunakan pada setiap variabel menunjukkan stasioner atau tidak. Dari pengolahan data yang dilakukan penulis maka hasil yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 1 Uji Stasioneritas

Variabel	Nilai Krisis 10%	Level		1 st Difference	
		Stat. ADF	Prob.	Stat. ADF	Prob.
Emisi CO ₂	-2.599925	-2.442008	0.1360	-5.713444	0.0000
Pariwisata	-2.600658	-1.305430	0.6195	-4.252640	0.0015
Konsumsi Energi Fosil	2.599925	-3.431524	0.0146	-6.419954	0.0000
Pertumbuhan Ekonomi	-2.599925	-4.872895	0.0002	-7.682109	0.0000

Sumber: Data diolah penulis, 2021.

Tabel 1 diatas menunjukkan hasil uji pada tingkat level dan *first difference*. Variabel emisi dan pariwisata tidak bersifat stasioner pada tingkat level. Karena nilai ADF yang dihasilkan menunjukkan angka kurang dari nilai kritis Mc Kinnon 10%. Sedangkan data variabel konsumsi energi fosil dan pertumbuhan ekonomi stasioner pada tingkat level.

Pada tingkat *first difference* ke empat variabel bersifat stasioner karena nilai ADF lebih besar dari nilai Mc Kinnon. Maka semua variabel dapat melanjutkan ke uji selanjutnya.

2. Uji Lag Optimal

Uji ini dilakukan untuk menetapkan panjang lag yang digunakan dalam uji-uji selanjutnya. Tujuan dilakukan uji ini yaitu agar dapat menghasilkan keakuratan VECM. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Akaike Information Criteria* (AIC) dalam menentukan lag. Dari hasil uji lag yang dilakukan menunjukkan bahwa lag optimal berada pada lag 6 yang memiliki nilai *Akaike Information Criteria* AIC terendah. Berikut merupakan hasil dari uji Lag Optimum:

Tabel 2 Hasil Uji Lag Optimum

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-70.09001	NA*	0.000400*	3.528096	3.693588*	3.588755*
1	-55.39769	25.88648	0.000428	3.590366	4.417828	3.893664
2	-43.64239	18.47262	0.000536	3.792495	5.281926	4.338430
3	-24.79143	26.03227	0.000495	3.656735	5.808135	4.445308
4	-9.854395	17.78219	0.000583	3.707352	6.520722	4.738563
5	11.38862	21.24302	0.000553	3.457685	6.933024	4.731534
6	35.86966	19.81799	0.000514	3.053825*	7.191134	4.570313

Sumber: Data diolah penulis, 2021.

3. Uji Stabilitas VAR

Uji Stabilitas VAR digunakan untuk mengetahui apakah estimasi yang digunakan valid atau tidak. Pengujian stabilitas VAR dapat dilihat dari nilai modulus lebih kecil dari satu.

Tabel 3 Hasil Stabilitas VAR

Modulus	Keterangan
0.920206	Stasioner
0.920206	Stasioner
0.909436	Stasioner
0.909436	Stasioner
0.905823	Stasioner
0.905823	Stasioner
0.899900	Stasioner
0.899900	Stasioner

0.895405	Stasioner
0.895405	Stasioner
0.878343	Stasioner
0.878343	Stasioner
0.847435	Stasioner
0.847435	Stasioner
0.841309	Stasioner
0.819020	Stasioner
0.819020	Stasioner
0.795544	Stasioner
0.795544	Stasioner
0.775792	Stasioner
0.775792	Stasioner
0.774776	Stasioner
0.774776	Stasioner
0.226255	Stasioner

Sumber: Data diolah penulis, 2021.

Hasil uji stabilitas VAR pada tabel 3 diatas menunjukkan bahwa nilai modul berkisar pada angka 0,226225 hingga 0,920206. Dari seluruh nilai modulus tersebut menunjukkan lebih kecil dari 1. Artinya model estimasi VAR dengan menggunakan lag optimum 1 sudah stasioner.

4. Uji Kointegrasi Johansen

Pada tahap selanjutnya yaitu dilakukan uji kointegrasi untuk menentukan ada tidaknya kointegrasi pada variabel-variabel yang tidak stasioner. Selain itu, uji kointegrasi ini juga untuk melihat hubungan jangka panjang dari setiap variabel. Apabila dari hasil uji yang dilakukan terdapat kointegrasi maka penelitian dengan menggunakan model VECM dapat dilanjutkan.

Uji kointegrasi menggunakan metode Johansen Cointegration dengan membandingkan nilai Trace Statistic dan Max Eigen Statistic. Sehingga apabila nilai tersebut lebih besar dari $\alpha = 0,1$ artinya ada keseimbangan jangka panjang.

Tabel 4 Hasil Uji Kointegrasi Johansen

Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob**	Max-Eigen Value	0.05 Critical Value	Prob**
57.15895	47.85613	0.0053*	34.63712	27.58434	0.0053*
22.52183	29.79707	0.2703	13.87358	21.13162	0.3755
8.648251	15.49471	0.3989	7.174701	14.26460	0.4687
1.473550	3.841466	0.2248	1.473550	3.841466	0.2248

Sumber: Data diolah penulis, 2021.

Pada tabel 4 menunjukkan bahwa nilai probabilitas *trace statistic* yang memiliki nilai dibawah $\alpha = 10\%$ yaitu sebanyak 1 persamaan dan nilai probabilitas *max-eigen* dengan nilai dibawah $\alpha = 10\%$ juga terdapat 1 persamaan. Kesimpulan dari kedua hasil tersebut bahwa variabel emisi CO₂, pariwisata, energi, dan pertumbuhan ekonomi memiliki hubungan jangka panjang.

5. Uji Kausalitas Granger

Uji kausalitas dilakukan untuk mengetahui hubungan timbal balik antara variabel atau dapat juga diartikan variabel tersebut bisa menjadi variabel dependen atau independen. Terdapat berbagai metode untuk melakukan uji kausalitas. Salah satu metode yang digunakan yaitu *Granger's Causality*. Berikut merupakan hasil uji kausalitas granger.

Tabel 5 Hasil Uji Kausalitas Granger

	Emisi	Pariwisata	Fosil	Growth
Emisi		0.1546	0.1128	0.7661
Pariwisata	0.3455		0.0036*	0.5827
Fosil	0.0695*	0.3388		0.0677*
Growth	0.1431	0.1593	0.6900	

Sumber: Data diolah penulis, 2021.

Hasil uji kausalitas granger pada tabel 5 menunjukkan hubungan kausalitas antar variabel. Variabel emisi CO₂ tidak ada kausalitas dengan variabel pariwisata dengan nilai probabilitas $0,1546 > 0,1$. Begitu juga dengan variabel pariwisata terhadap emisi yang menunjukkan tidak ada kausalitas dengan nilai probabilitas $0,3455 > 0,1$. Kesimpulannya bahwa antara variabel emisi CO₂ dan pariwisata maupun pariwisata terhadap emisi tidak terdapat kausalitas antar keduanya. Kedatangan wisatawan ke Indonesia memiliki kontribusi relatif kecil terhadap produksi emisi CO₂ di Indonesia. Kontribusi terbesar berada pada penggunaan bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan kegiatan pariwisata seperti transportasi. Untuk itu, banyaknya jumlah wisatawan tidak berkontribusi banyak terhadap peningkatan produksi emisi CO₂. Hal ini didukung oleh penelitian (Liu et al., 2019) yang mengatakan bahwa pariwisata tidak terdapat pengaruh terhadap emisi CO₂.

Variabel emisi CO₂ terdapat hubungan kausalitas satu arah terhadap variabel konsumsi energi fosil. Hal tersebut dilihat pada nilai probabilitas $0,0695 < 0,1$. Sebaliknya, variabel konsumsi energi fosil tidak ada hubungan kausalitas terhadap emisi CO₂ karena nilai probabilitas $0,1128 > 0,1$. Negara berkembang seperti Indonesia masih bergantung terhadap konsumsi energi fosil untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Penggunaan bahan bakar fosil untuk menghasilkan barang ini sering menimbulkan limbah, salah satunya emisi CO₂. Tingginya penggunaan bahan bakar ini sangat berdampak pada peningkatan emisi CO₂ karena belum banyak yang menggunakan bahan bakar ramah lingkungan.

Hal ini sesuai dengan penelitian Lotfalipour et al. (2010) yang menyimpulkan bahwa pada kasus Iran dalam jangka panjang emisi CO₂ dan konsumsi bahan bakar

fosil tidak saling mempengaruhi. Penelitian Hanif et al. (2019) juga mendukung penelitian ini dimana penggunaan energi fosil memiliki pengaruh terhadap peningkatan produksi emisi CO₂.

Variabel emisi CO₂ terhadap variabel pertumbuhan ekonomi tidak memiliki kausalitas karena nilai probabilitas $0,7661 > 0,1$. Begitu pula dengan variabel pertumbuhan ekonomi terhadap variabel emisi karena nilai probabilitas $0,1431 > 0,1$. Kesimpulannya bahwa tidak ada kausalitas baik antara variabel emisi dan pertumbuhan ekonomi maupun pertumbuhan ekonomi dan emisi. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan ekonomi Indonesia didorong oleh konsumsi rumah tangga. Konsumsi rumah tangga hanya berkontribusi kecil terhadap produksi CO₂. Di Indonesia sendiri pertumbuhan ekonomi relatif stagnan sedangkan produksi emisi CO₂ terus mengalami peningkatan. Untuk itu besarnya pertumbuhan ekonomi tidak mendorong peningkatan emisi CO₂.

Penelitian ini didukung oleh penelitian Zulaicha et al. (2020) dimana pertumbuhan ekonomi tidak memiliki pengaruh terhadap emisi CO₂. Tang (2017) juga mendukung penelitian ini dimana pertumbuhan ekonomi tidak memiliki hubungan dengan emisi CO₂. Artinya pertumbuhan ekonomi memiliki kontribusi sangat kecil terhadap emisi CO₂.

Pariwisata tidak memiliki hubungan kausalitas dengan variabel konsumsi energi fosil karena nilai probabilitas $0,3388 > 0,1$ dan untuk konsumsi energi fosil terhadap variabel Pariwisata memiliki hubungan kausalitas satu arah dengan nilai probabilitas $0,2901 > 0,1$. Kesimpulannya bahwa variabel pariwisata dan variabel konsumsi energi fosil tidak memiliki kausalitas antar keduanya, namun variabel konsumsi energi fosil terhadap variabel pariwisata memiliki hubungan kausalitas satu arah. Di Indonesia kegiatan pariwisata sangat menjadi penyumbang devisa negara. Kegiatan pariwisata tentunya membutuhkan transportasi untuk berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain. Hal ini tentunya membutuhkan energi fosil sebagai bahan bakar transportasi tersebut. Untuk itu, pariwisata memiliki hubungan dengan konsumsi energi fosil.

Variabel pariwisata tidak memiliki hubungan kausalitas terhadap variabel pertumbuhan ekonomi karena nilai probabilitas $0,1593 > 0,1$. Selain itu, variabel pertumbuhan ekonomi juga tidak memiliki hubungan kausalitas terhadap variabel pariwisata karena nilai probabilitas $0,5827 > 0,1$. Kesimpulannya bahwa variabel pariwisata dan variabel pertumbuhan ekonomi maupun sebaliknya tidak memiliki kausalitas antar keduanya. Kegiatan pariwisata belum bisa meningkatkan perekonomian di Indonesia. Salah satu penyebabnya yaitu pendapatan pada sektor pariwisata masih sangat rendah. Selain itu, jumlah wisatawan mancanegara juga belum menunjukkan pertumbuhan yang signifikan.

Penelitian ini di dukung oleh penelitian Ismalisa & Anis (2019) dimana kegiatan pariwisata tidak memiliki hubungan dengan pertumbuhan ekonomi. Namun, hasil tersebut tidak sesuai dengan penelitian Wardhana et al. (2019) yang menyatakan bahwa sektor pariwisata memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi.

Konsumsi energi fosil tidak memiliki hubungan kausalitas dengan variabel pertumbuhan ekonomi dengan nilai probabilitas $0,6900 > 0,1$. Namun, variabel pertumbuhan ekonomi memiliki hubungan kausalitas terhadap konsumsi energi fosil

karena nilai probabilitas $0,0677 < 0,1$. Hal ini karena di Indonesia masih bergantung terhadap konsumsi energi fosil dalam melakukan pembangunan. Pada saat ini pemerintah Indonesia terus mendorong peningkatan pembangunan sarana dan prasarana untuk mendorong pertumbuhan ekonomi. Untuk itu, konsumsi energi fosil merupakan elemen yang sangat penting dalam proses peningkatan pertumbuhan ekonomi.

Hal ini sesuai dengan penelitian Sugiyanto (2017) yang menyatakan konsumsi energi fosil dan pertumbuhan ekonomi tidak memiliki kausalitas antar keduanya, namun antara pertumbuhan ekonomi terhadap konsumsi energi fosil terdapat kausalitas antar keduanya. Penelitian Arista & Amar (2019) juga mendukung penelitian ini dimana pertumbuhan ekonomi memiliki hubungan dengan konsumsi energi

6. Hasil Estimasi VECM

Dari hasil uji-uji sebelumnya dalam memenuhi syarat menggunakan metode VECM, maka penelitian ini sudah memenuhi syarat sehingga tepat untuk menggunakan model VECM. Oleh karena itu, uji ini dilakukan untuk menunjukkan keseimbangan dalam jangka pendek maupun jangka panjang antar variabel.

Untuk melihat apakah variabel-variabel tersebut memiliki pengaruh yaitu dengan melihat nilai t-statistik yang menunjukkan angka lebih besar dari nilai t-tabel. Pada penelitian ini didapatkan nilai t-tabel 1,679, serta didapatkan hasil estimasi sebagai berikut:

Tabel 6 Hasil Estimasi VECM

Variabel	Koefisien	t-Statistik	Keterangan
Jangka Panjang			
LogEmisi(-1)	1.000000		
LogPariwisata(-1)	-0.270353	-3.38015	Signifikan
Fosil(-1)	0.002887	0.40344	Tidak Signifikan
Growth(-1)	-0.018048	-3.08847	Signifikan
C		-0.027798	
Jangka Pendek			
CointEq1	-1.105265	-2.62482	Signifikan
D(Emisi(-1))	0.435415	1.23928	Tidak Signifikan
D(Emisi(-2))	0.014964	0.04013	Tidak Signifikan
D(Emisi(-3))	0.165569	0.51078	Tidak Signifikan
D(Emisi(-4))	0.015421	0.06132	Tidak Signifikan
D(Emisi(-5))	-0.065727	-0.36511	Tidak Signifikan
D(Emisi(-6))	-0.133366	-0.79612	Tidak Signifikan
D(Pariwisata(-1))	-0.336502	-1.90745	Signifikan
D(Pariwisata(-2))	-0.282252	-1.74122	Signifikan
D(Pariwisata(-3))	-0.047871	-0.27693	Tidak Signifikan
D(Pariwisata(-4))	-0.166833	-0.85228	Tidak Signifikan
D(Pariwisata(-5))	-0.205508	-0.82820	Tidak Signifikan
D(Pariwisata(-6))	-0.326977	-2.04089	Signifikan

D(Fosil(-1))	0.000813	0.11178	Tidak Signifikan
D(Fosil(-2))	0.003165	0.37762	Tidak Signifikan
D(Fosil(-3))	-0.006765	-0.83769	Tidak Signifikan
D(Fosil(-4))	0.001832	0.20675	Tidak Signifikan
D(Fosil(-5))	-0.005727	-0.66304	Tidak Signifikan
D(Fosil(-6))	-0.004444	-0.85785	Tidak Signifikan
D(Growth(-1))	-0.016920	-2.55849	Signifikan
D(Growth(-2))	-0.012438	-1.87591	Signifikaan
D(Growth(-3))	-0.014009	-2.53797	Signifikan
D(Growth(-4))	-0.008072	-1.96983	Signifikan
D(Growth(-5))	-0.006734	-2.78874	Signifikan
D(Growth(-6))	0.000699	0.28149	Tidak Signifikan
R-squared		0.815470	
Adj. R-squared		0.527142	
F-statistic		2.828269	

Sumber: Data diolah penulis, 2021.

Hubungan Jangka Panjang

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa dalam jangka panjang variabel independen yang memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel dependen emisi yaitu variabel pariwisata (-3.38015) dan variabel pertumbuhan ekonomi (-3.08847). Sedangkan variabel konsumsi energi fosil tidak berpengaruh signifikan (-3.08847).

Variabel pariwisata menerima hipotesis alternatif H1 dan menolak hipotesis H0 dengan hasil signifikan berpengaruh negatif dengan nilai koefisien sebesar -0.27 artinya setiap peningkatan 1% variabel pariwisata akan menyebabkan emisi mengalami penurunan sebesar 0.27%.

Variabel energi menolak hipotesis H0 dan menerima hipotesis alternatif H1 dengan hasil tidak signifikan berpengaruh positif dengan nilai koefisien 0.002, artinya setiap peningkatan 1% energi akan menyebabkan emisi meningkatkan sebesar 0,002% pada 1 periode setelahnya.

Variabel pertumbuhan ekonomi menerima hipotesis H0 dan menolak hipotesis alternatif H1 dengan hasil signifikan berpengaruh negatif dengan nilai koefisien sebesar -0.018 artinya setiap peningkatan 1% variabel pertumbuhan ekonomi akan menyebabkan emission mengalami penurunan sebesar 0,018%.

Hubungan Jangka Pendek

Pada tabel diatas menunjukkan koefisien dari *error correction term* memiliki pengaruh negatif dan signifikan, artinya terdapat hubungan kausalitas jangka pendek yang berjalan dari variabel independen terhadap variabel dependen.

Pada tabel 6 dapat disimpulkan bahwa variabel pariwisata pada lag 1, variabel pariwisata pada lag 2, variabel pariwisata pada lag 6, variabel pertumbuhan ekonomi pada lag 1, variabel pertumbuhan ekonomi pada lag 2, variabel pertumbuhan ekonomi pada lag 3, variabel pertumbuhan ekonomi pada lag 4, variabel pertumbuhan ekonomi pada lag 5 berpengaruh signifikan negatif dengan emisi CO2. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan pariwisata dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia akan

menurunkan emisi CO₂. Sedangkan variabel pariwisata pada *lag* 3, variabel pariwisata pada *lag* 4, variabel pariwisata pada *lag* 5, variabel energi pada *lag* 1 hingga *lag* 6, dan variabel pertumbuhan ekonomi pada *lag* 6 tidak signifikan dengan nilai nilai t-tabel lebih dari t-statistik.

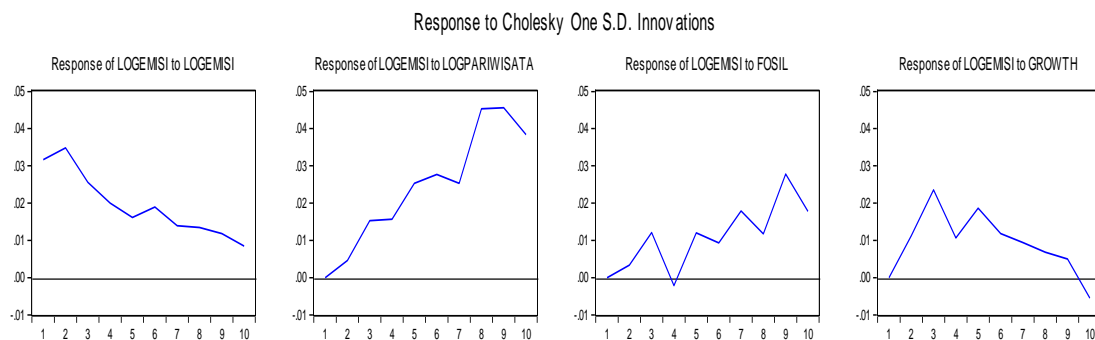
Uji Kelayakan Model

Berdasarkan hasil estimasi VECM didapatkan nilai F-Statistik sebesar 2.828269 dimana lebih besar dari F-tabel 2.21. Selain itu didapatkan nilai Adj R-Squared sebesar 0.527142 artinya variabel pariwisata, konsumsi energi fosil dan pertumbuhan ekonomi secara bersama-sama mempengaruhi emisi CO₂ sebesar 52, 71% dan sisanya 47,29% dijelaskan oleh varabel lain.

7. Impulse Response Function

Impulse Response Function dilakukan untuk mengetahui respon variabel dependen terhadap guncangan pada variabel independent. Untuk menunjukkan respon guncangan pada variabel lain menggunakan analisis IRF dalam kurun waktu 10 periode, berikut hasil uji Impulse Response Function:

Gambar 3 Impulse Response Function



Sumber: Data diolah penulis, 2021.

Hasil uji *impulse response* diatas menunjukkan bahwa respon emisi CO₂ yang diakibatkan oleh guncangan satu standar deviasi pariwisata dapat menyebabkan fluktuasi pada emisi CO₂. Guncangan pada pariwisata satu standar deviasi tidak langsung direspon oleh emisi CO₂. Pada periode ke-2 emisi CO₂ mulai merespon positif yang menyebabkan emisi CO₂ bertambah sebesar 0.004 standar deviasi. Respon ini terus mengalami kenaikan pada periode 3 hingga periode 9 dengan nilai sebesar 0.045. Namun pada periode 10 mengalami penurunan menjadi 0.038.

Respon emisi CO₂ yang diakibatkan oleh guncangan satu standar deviasi energi fosil dapat menyebabkan fluktuasi pada emisi CO₂. Guncangan pada energi satu standar deviasi tidak langsung direspon oleh emisi CO₂. Pada periode ke-2 emisi CO₂ mulai merespon positif yang menyebabkan emisi CO₂ bertambah 0.003 standar deviasi. Respon emisi CO₂ pada periode 4 menunjukkan nilai -0.002. Namun, pada periode 7 hingga periode 9 terus mengalami peningkatan sebesar 0.027 dan kembali mengalami penurunan pada periode 10 menjadi 0.017.

Respon emisi CO₂ yang diakibatkan oleh guncangan satu standar deviasi pertumbuhan ekonomi dapat menyebabkan fluktuasi pada emisi CO₂. Guncangan

pada pertumbuhan ekonomi satu standar deviasi tidak langsung direspon oleh emisi CO₂. Pada periode ke-2 emisi CO₂ mulai merespon positif yang menyebabkan emisi CO₂ bertambah 0.003 standar deviasi. Respon emisi CO₂ mengalami kenaikan pada periode 3 sebesar 0.023. Namun, respon ini terus mengalami penurunan pada periode 4 hingga periode 10 dengan nilai sebesar -0.005.

8. Variance Decomposition

Analisis *variance decomposition* berfungsi untuk mengukur presentase kontribusi pengaruh dari masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen. Uji ini dapat memperkirakan kontribusi terbesar dari variabel yang diteliti dan perubahan-perubahan dari kontribusi pada beberapa periode yang akan datang. Berikut merupakan hasil uji *variance decomposition*.

Tabel 7 Hasil Uji Variance Decomposition

Period	S.E.	D(LOGEMISSION)	D(LOGPARIWISATA)	D(FOSIL)	D(GROWTH)
1	0.036275	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.038427	92.55861	0.719551	5.339427	1.382409
3	0.045218	77.54897	0.862528	16.02272	5.565781
4	0.050536	62.30730	0.790096	25.70758	11.19503
5	0.055612	54.52729	4.893081	29.02863	11.55101
6	0.056713	53.00890	6.957455	27.99956	12.03408
7	0.057610	52.82130	7.018306	27.86610	12.29429
8	0.061404	46.78448	16.65539	25.73242	10.82771
9	0.062842	45.15151	15.90783	28.53629	10.40437
10	0.065219	42.80544	15.01620	31.29207	10.88629

Sumber: Data diolah, 2021.

Uji Variance Decomposition pada tabel 7 menunjukkan bahwa variabel Emisi CO₂ pada periode pertama menjelaskan guncangan dari variabel itu sendiri. Pada periode ke-2 hingga periode ke-10 kontribusi variabel Emisi CO₂ oleh guncangan Emisi CO₂ itu sendiri mulai mengalami penurunan karena adanya pengaruh dari variabel lain. variabel Emisi CO₂ pada periode pertama sebesar 100% kemudian mengalami penurunan pada periode ke-2 sebesar 92,5% hingga periode ke-10 sebesar 42,8%.

Variabel pariwisata pada periode pertama tidak memiliki pengaruh terhadap emisi CO₂. Pada periode ke-4 variabel pariwisata mulai memiliki kontribusi besar terhadap emisi pada sebesar 4,8%. Pengaruh pariwisata terhadap emisi CO₂ terus mengalami peningkatan pada periode ke-8 menjadi 16%. Pada periode ke-9 kontribusi variabel pariwisata terhadap emisi CO₂ mengalami penurunan yaitu sebesar 15,9% dan terus turun pada periode ke-10 menjadi 15%

Variabel konsumsi energi fosil pada periode pertama tidak memiliki pengaruh terhadap emisi CO₂. Mulai periode ke-2 variabel konsumsi energi fosil terhadap emisi CO₂ sebesar 5,3%. Kontribusi ini terus mengalami peningkatan menjadi 31,2% hingga periode 10 terhadap emisi CO₂. Hal ini menunjukkan bahwa variabel konsumsi energi fosil merupakan variabel yang memberikan kontribusi terbesar terhadap dan dominan terhadap emisi CO₂.

Variabel pertumbuhan ekonomi tidak memiliki pengaruh terhadap emisi CO₂ pada periode pertama. Namun, pada periode ke-2 variabel pertumbuhan ekonomi mulai menunjukkan pengaruh terhadap emisi CO₂ yang sangat kecil yaitu 1,3%. Hingga periode ke-10 kontribusi pertumbuhan ekonomi terhadap emisi CO₂ hanya sebesar 10,8%. Hal ini perlu menjadi pertimbangan dalam mendorong faktor lain yang memiliki pengaruh terhadap emisi karena pada jangka panjang variabel pariwisata tidak mendominasi terhadap variabel emisi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis diatas maka dapat disimpulkan sebagai berikut. Pertama, variabel pariwisata pada jangka panjang dan jangka pendek berpengaruh negatif signifikan terhadap emisi CO₂. Kedua, variabel energi fosil pada jangka panjang dan jangka pendek tidak berpengaruh terhadap emisi CO₂. Ketiga, variabel pertumbuhan ekonomi pada jangka panjang dan jangka pendek berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi CO₂.

Hal ini mengindikasikan setiap kenaikan emisi CO₂ dan pertumbuhan ekonomi akan diiringi kenaikan konsumsi energi fosil, dan kenaikan konsumsi fosil akan meningkatkan pariwisata. Implikasinya, pertumbuhan ekonomi Indonesia yang secara langsung juga bersumber dari sektor pariwisata ini, seharusnya tidak diabaikan begitu saja karena berdampak pada kerusakan lingkungan yang semakin parah akibat kenaikan emisi CO₂ dan konsumsi energi fosil. Program mitigasi dan pemulihan lingkungan diperlukan guna mendukung pertumbuhan ekonomi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Adanya keterbatasan data pada penelitian ini dan indikator variabel yang juga terbatas, oleh karena itu diharapkan untuk penelitian selanjutnya melakukan analisis dengan menggunakan data terbaru dan menggunakan indikator variabel lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Arista, T. R., & Amar, S. (2019). Analisis Kausalitas Emisi CO₂, Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi, dan Modal Manusia di ASEAN. *Jurnal Kajian Ekonomi Dan Pembangunan*, 1(2), 519–532.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara. Diakses 1 Juni 2021 pukul 12.06 WIB. Dalam <https://www.bps.go.id/>
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2015). *Dasar-dasar Ekonometrika*. Jakarta: Salemba Empat.
- Hanif, I., Faraz Raza, S. M., Gago-de-Santos, P., & Abbas, Q. (2019). Fossil fuels, foreign direct investment, and economic growth have triggered CO₂ emissions in emerging Asian economies: Some empirical evidence. *Energy*, 171, 493–501. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.011>
- Ismalisa, & Anis, A. (2019). Analisis Kausalitas Sektor Pariwisata, Indeks Pembangunan Manusia dan Pertumbuhan Ekonomi di Sumatera Barat. *Jurnal*

Kajian Ekonomi Dan Pembangunan, 1(2), 563–570.

- Labiba, D., Labiba, D., & Pradoto, W. (2018). SEBARAN EMISI CO2 DAN IMPLIKASINYA TERHADAP PENATAAN RUANG AREA INDUSTRI DI KABUPATEN KENDAL. *Jurnal Pengembangan Kota, 6(2)*, 164–173. <https://doi.org/10.14710/jpk.6.2.164-173>
- Lenzen, M., Sun, Y. Y., Faturay, F., Ting, Y. P., Geschke, A., & Malik, A. (2018). The carbon footprint of global tourism. *Nature Climate Change, 8(6)*, 522–528. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0141-x>
- Liu, Y., Kumail, T., Ali, W., & Sadiq, F. (2019). The dynamic relationship between CO2 emission, international tourism and energy consumption in Pakistan: a cointegration approach. *Tourism Review, 74(4)*, 761–779. <https://doi.org/10.1108/TR-01-2019-0006>
- Lotfalipour, M. R., Falahi, M. A., & Ashena, M. (2010). Economic growth, CO2 emissions, and fossil fuels consumption in Iran. *Energy, 35(12)*, 5115–5120. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.08.004>
- Pratama, R., & Parinduri, L. (2019). Penanggulangan Pemanasan Global. *Buletin Utama Teknik, 15(1)*, 91–95.
- Sugiyanto, H. (2017). The causality between energy consumption and gross domestic product (GDP) in Indonesia, Malaysia, Thailand and Singapore. *Jurnal Info Artha, 1(2)*, 79–90.
- Surtani. (2015). Efek Rumah Kaca Dalam Perspektif Global (Pemanasan Global Akibat Efek Rumah Kaca). *1, 4*, 49.
- Tang. (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, 2(2)*, 1–12.
- Wardhana, A., Kharisma, B., & Morina Stevani G, H. (2019). Dampak Sektor Pariwisata Terhadap Pertumbuhan Ekonomi (TLG Hipotesis , Studi Kasus : 8 Negara ASEAN). *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis, 10*, 1193–1208.
- World Bank. (2021). Fossil Fuel Energy Consumption. Diakses 1 Juni 2021 pukul 19.50 WIB. Dalam <https://data.worldbank.org/>
- World Bank. (2021). Laju Pertumbuhan Ekonomi Indonesia. Diakses 1 Juni 2021 pukul 03.11 WIB. Dalam <https://www.worldbank.org/>
- Zulaicha, A. U., Sasana, H., & Yustirania, S. (2020). ANALISIS DETERMINASI EMISI CO2 DI INDONESIA TAHUN 1990-2018. *Dinamic: Directory Journal of Economic, 2(2)*, 487–500.