

ANALISIS PENGARUH EMISI CO₂, LISTRIK TENAGA AIR, ENERGI TERBARUKAN, DAN KEDATANGAN WISATAWAN TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI INDONESIA 1992-2022

Nadya Asoka Ningtyas

Ekonomi Pembangunan, Ekonomi dan Bisnis, Universitas Muhammadiyah Surakarta
b300210013@student.ums.ac.id

Nur Andriyani

Ekonomi Pembangunan, Ekonomi dan Bisnis, Universitas Muhammadiyah Surakarta
na751@ums.ac.id

Candra Dewi Nuraini

Ekonomi Pembangunan, Ekonomi dan Bisnis, Universitas Muhammadiyah Surakarta
b300210015@student.ums.ac.id

Informasi Artikel

Tanggal Masuk:
22 Juli 2024

Tanggal Revisi:
06 Oktober 2024

Tanggal Diterima:
31 Oktober 2024

Publikasi On line:
14 Nopember 2024

Abstract

This study aims to see the effect of CO₂ emission, Hydropower, Renewable Energy and International Tourism Arrivals effect Economic Growth, which is interpered by GDP. Using a case study of Indonesia and annual data for 1992-2022, obtained from the World Bank and the Energy Institute. Type of this is quantitative reserach by applying the Error Correction Model (ECM) method to examine how emission, hydropower, renewable energy and international tourism arrivals effect GDP in the short term and in the long term. The results showed a positive relationship between CO₂, HYP, RE, TA with GDP in the short and long term. While HYP in the short and long term, has a significant negative effect on GDP.

Key Words: Emission, Hydropower, Renewable Energy, Tourism, Economic Growth

Abstrak

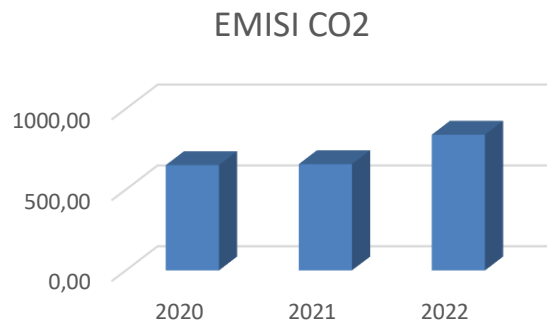
Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh emisi CO₂, Listrik Tenaga Air, Energi Terbarukan, Kedatangan Wisatawan terhadap pertumbuhan ekonomi yang diinterpretasikan dengan PDB. Menggunakan studi kasus negara Indonesia serta data tahunan 1992-2022 yang diperoleh dari World Bank dan Institute Energy. Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menerapkan metode Error Correction Model (ECM) untuk mengkaji bagaimana pengaruh emisi CO₂, Listrik Tenaga Air, Energi Terbarukan, Kedatangan Wisatawan terhadap PDB dalam jangka pendek serta jangka panjang. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan positif CO₂, HYP, RE, TA dengan PDB dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Sementara HYP dalam jangka pendek dan jangka panjang berpengaruh negatif signifikan terhadap PDB.

Key Words: Emisi, Listrik tenaga air, Energi terbarukan, Wisatawan, Pertumbuhan Ekonomi

PENDAHULUAN

Masalah ekonomi "coklat" kini kian serius dan mengkhawatirkan. Aktivitas ekonomi coklat yang tidak mempertimbangkan aspek lingkungan dan tanpa memperhitungkan kepentingan orang banyak menyebabkan eksternalitas negatif yang menjadi fenomena menakutkan bagi masyarakat Internasional. Pemanasan global dan perubahan iklim menunjukkan kerusakan lingkungan yang semakin tinggi di berbagai negara, bukan hanya pada aspek lingkungan, krisis juga terjadi pada aspek sosial, energi, ekonomi, sumber daya, serta krisis lain yang serius. Beberapa pihak beranggapan penyebab krisis sosial lingkungan disebabkan oleh pihak-pihak yang menjalankan proyek kebijakan pembangunan yang pro-rakyat dan tidak ramah lingkungan (Aprilia & Sisdiyanto, 2024). Sektor industri dianggap sebagai penyumbang emisi di dunia. Namun bukan hanya industri produksi saja yang menghasilkan emisi CO₂. Sektor pariwisata juga merupakan salah satu industri penghasil emisi CO₂ di dunia. Kedatangan wisatawan menjadikan tingginya kebutuhan transportasi, hal ini menjadikan jumlah transportasi mengalami peningkatan. Kendaraan yang beroperasi membutuhkan bensin yang pembuatannya memerlukan energi tak terbarukan, bukan hanya itu kendaraan juga mengeluarkan polusi udara berupa asap yang

menimbulkan emisi CO₂ (Juliani & Rahmayani, 2021). Studi kasus dalam penelitian ini adalah negara Indonesia yang mana negara tersebut merupakan *top ten* negara penghasil emisi CO₂ serta banyak dikunjungi wisatawan karena adanya wisata alam yang menarik, dengan budaya yang menarik pula. Namun Indonesia juga berusaha melakukan Upaya pengurangan kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh penggunaan energy dengan ikut serta dalam perjanjian *Paris Agreement* dan menerapkan *hydropower*.



Sumber; *Institute Energy, 2020-2022*

Gambar 1. Emisi CO₂ di Negara Indonesia

Berdasarkan pada gambar diatas Indonesia mengalami kenaikan emisi selama tiga tahun terakhir. Dari tahun 2020, 2021 mengalami kenaikan signifikan pada tahun 2022. Adanya perubahan iklim memicu negara-negara didunia mengambil tindakan nyata untuk mengurangi dampak negatif yang dihasilkan oleh penggunaan energi tak terbarukan. Senada dengan hal tersebut Perserikatan Bangsa-Bangsa mencoba mengendalikan eksternalitas negatif emisi dengan *United Nation Framework Convention On Climate Change (UNFCCC)* yaitu upaya mengurangi emisi karbon melalui pertukaran karbon (*carbon exchange*). Persetujuan paris atau biasa disebut *paris agreement* yang merupakan suatu perjanjian untuk mengurangi emisi karbon yang dibuka secara umum dan ditandatangani oleh berbagai negara didunia termasuk negara Indonesia. Tujuan dari persetujuan tersebut adalah tercapainya *Net Zero Emission* yaitu mengurangi emisi akan tetapi tetap menjaga pertumbuhan ekonomi tetap berjalan secara berkelanjutan (Norsyifa et al., 2023). Penelitian terdahulu yang membahas hal ini antara lain (Nuriah, 2020) di negara-negara G20 yang menghasilkan adanya kausalitas dua arah *hydropower* dan PDB pada jangka pendek di Indonesia, emisi dan PDB jangka panjang di India dan Jepang, emisi dengan *hydropower* di Brazil dan India pada jangka pendek serta Prancis pada jangka panjang. Penelitian oleh Juliani & Rahmayani, (2021) di Indonesia membahas mengenai hubungan pariwisata dengan pertumbuhan ekonomi serta emisi dengan metode VECM yang menghasilkan adanya pengaruh negatif signifikan pariwisata, pertumbuhan ekonomi terhadap emisi CO₂. Penelitian ini merupakan bentuk lanjutan dari penelitian sebelumnya yang menggunakan studi kasus negara Indonesia sebagai negara yang mulai mengadopsi *hydroelectricity* serta merupakan negara yang banyak dikunjungi wisatawan mancanegara dengan, menggunakan metode ECM untuk membandingkan pengaruh jangka pendek serta jangka Panjangnya.

Pendekatan untuk mengatasi permasalahan ekonomi coklat yaitu dengan *green economy*, merupakan alat untuk mencapai ekonomi yang berorientasi terhadap masa depan, memperhatikan aspek sosial-lingkungan. Prinsip utama *green economy* adalah pengurangan emisi CO₂ dan penggunaan *renewable energy*. Hal ini, merupakan suatu bentuk untuk memaksimalkan pemanfaatan sumber daya alam baru terbarukan dan ramah terhadap lingkungan seperti penggunaan air sebagai *hydropower* atau pembangkit listrik tenaga air. Pada aspek sosial, masyarakat diharapkan mampu mengadopsi konsumsi berkelanjutan dengan menerapkan konsumsi produk ramah lingkungan, daur ulang, dan pengurangan limbah. Tujuan utama dalam pemberlakuan ekonomi hijau adalah berkurangnya dampak negatif yang ditimbulkan energi tak terbarukan terhadap lingkungan, seperti mengurangi emisi CO₂, melestarikan keanekaragaman hayati, pengelolaan limbah dengan efektif (Wahida & Uyun, 2023). Dalam penelitian ini mencoba menghubungkan variabel-variabel emisi CO₂, Listrik tenaga air, Energi terbarukan, Kedatangan Wisatawan dengan PDB. Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh emisi CO₂, Listrik tenaga air, energi terbarukan, kedatangan wisatawan dengan PDB pada negara Indonesia yang menerapkan *hydropower*.

TINJAUAN PUSTAKA / KAJIAN TEORITIS

Teori yang menghubungkan kerusakan lingkungan dengan pertumbuhan ekonomi adalah *Environmental Kuznet Curve*, teori ini menekankan bahwa semakin tingginya angka PDB, semakin meningkatnya kerusakan lingkungan, beban yang ditanggung negara juga semakin berat. Kompromi antara pertumbuhan ekonomi dan kondisi lingkungan menjadi perhatian penting bagi negara-negara yang sedang berkembang. Negara berkembang dikatakan sulit mengurangi kerusakan lingkungan, mengacu pada kerangka umum G20 mengenai upaya negara-negara berpenghasilan rendah dalam menyelesaikan kerentanan (Nurseha et al., 2023). Hipotesis yang membahas mengenai lingkungan, pariwisata dan pembangunan berkelanjutan adalah SDG's, program SDG's diasumsikan berdampak pada pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam jangka panjang. Sektor pariwisata dipandang menguntungkan dan harus dikembangkan sehingga sektor pariwisata dapat berdampak positif dengan menyerap tenaga kerja, menciptakan berbagai lapangan kerja baru, melahirkan inovasi dan kreatifitas tinggi (Luqma et al., 2023). Program tersebut juga menargetkan berkurangnya polusi, pencemaran pada air, laut, maupun tanah.

Berbagai penelitian terdahulu telah membahas hubungan emisi, *hydropower*, *renewable energy*, maupun pariwisata diantaranya Rahmandani & Dewi (2023) penelitian menemukan adanya pengaruh signifikan antara emisi dan energi terbarukan terhadap pertumbuhan ekonomi di negara-negara OKI. Ini menunjukkan bahwa energi memiliki peran penting dalam pertumbuhan dan pembangunan ekonomi negara. Sebaliknya Putri & Cahyono (2022), menghasilkan pengaruh negatif signifikan emisi terhadap pertumbuhan ekonomi. Hal ini mengindikasikan negara mempunyai kesadaran dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Sedangkan I.S et al., (2019), menghasilkan adanya kausalitas satu arah emisi CO₂ terhadap pdb. Sementara penelitian oleh Ula & Affandi (2019), yang membahas mengenai *renewable energy* menemukan adanya kontribusi positif *renewable energy* terhadap pertumbuhan ekonomi. Hal ini karena energi terbarukan mendukung pembentukan pembangunan berkelanjutan. Nurdin & Fuady (2021), menemukan hubungan negatif signifikan energi terbarukan pada jangka pendek dan positif signifikan pada jangka panjang terhadap pertumbuhan ekonomi. Nuriah (2020), menemukan hubungan kausalitas dua arah *hydropower* dan PDB di Indonesia. Nurdin & Fuady (2021), menemukan PDB, Emisi, dan Hydroelectricity saling berhubungan, *hydropower* dapat memenuhi kebutuhan energi sehingga menunjang perekonomian serta dapat menekan emisi.

Sementara penelitian yang membahas kunjungan wisatawan yaitu, penelitian yang dilakukan oleh Septyana Putra et al., (2021), yang menunjukkan adanya hubungan positif signifikan jumlah kunjungan wisatawan terhadap pertumbuhan ekonomi, karena berperan sebagai sumber devisa negara. Sejalan dengan penelitian oleh Munanda & Amar (2019), yang menunjukkan hubungan positif signifikan kedatangan wisatawan dengan pendapatan, kunjungan wisatawan dianggap sebagai ekspor tak terlihat karena merupakan penyumbang devisa. Mendukung penelitian oleh Priyono et al., (2023) yang menghasilkan hubungan positif dan pengaruh signifikan kedatangan wisatawan dengan PDB. Berbeda dengan penelitian oleh Salsabilla & Setyowati, (2023), yang menemukan tidak adanya pengaruh signifikan jumlah wisatawan terhadap PRDB. Dalam penelitian ini mencoba menghubungkan variabel-variabel emisi CO₂, Listrik tenaga air, Energi terbarukan, Kedatangan Wisatawan dengan PDB.

METODE PENELITIAN

Analisis kuantitatif merupakan pendekatan yang digunakan dalam penelitian untuk menguji dan menjelaskan hubungan variabel emisi CO₂, *Hydropower*, *Renewable Energy*, dan *International Tourism Arrivals* dengan PDB. Analisis dalam penelitian ini menggunakan teknik Error Correction Model (ECM), yang berfungsi untuk mengoreksi pergeseran keseimbangan jangka pendek menuju keseimbangan jangka panjang. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari situs *website world bank*, dan *institute energy* negara Indonesia tahun 1992-2022, dengan definisi operasional pada tabel 1. Teknik ECM diolah melalui penggunaan aplikasi *EViews 12* dengan langkah langkah;

Uji stasioneritas dilakukan pada semua variabel penelitian dengan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF). Variabel yang di estimasi harus stasioner dengan lolos *unit root test* pada tingkat *first different*. Uji Kointegrasi, dilakukan dengan menguji *series residual* (ECT) dan harus lolos uji akar unit pada tingkat *level*. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa, dalam jangka panjang, ada keseimbangan antara variabel-variabel dalam estimator, sebagai syarat metode ECM dapat digunakan. Dalam uji ini ditemukannya persamaan jangka panjang dengan model ekonometrik tersebut;

Tabel 1
Definisi Operasional Variabel

No	Variabel	Definisi Operasional	Satuan	Sumber
1	PDB, (Priyono et al., 2023)	Nilai <i>Gross Domestic Product growth (annual%)</i> Produk Domestik Bruto merupakan nilai yang menunjukkan pertumbuhan ekonomi negara Indonesia tahun 1992-2022	Persen (%)	<i>World Bank</i>
2	Emisi CO2 (CO2), (Putri & Cahyono, 2022)	Nilai <i>Methane, Flaring, Process Emissions, and Energy-Related Carbon Dioxide Equivalent Emissions</i> . Emisi adalah bentuk dari kerusakan lingkungan dalam satuan tons, negara Indonesia tahun 1992-2022	Tons	<i>Institute Energy</i>
3	Listrik Tenaga Air/ <i>Hydropower (HYP)</i> , (Syahrir & Prastowo, 2024)	Nilai <i>Hydroelectricity: Generation</i> merupakan nilai banyaknya pembangkit listrik tenaga air negara Indonesia tahun 1992-2022	Twh	<i>Institute Energy</i>
4	Eenrgi Terbarukan/ <i>Renewable Energy (RE)</i> , (Ula & Affandi, 2019)	Nilai (<i>the percentage of total final energy consumption that comes from renewable sources</i>) adalah total keseluruhan konsumsi energi terbarukan negara Indonesia tahun 1992-2022	Persen (%)	<i>World Bank</i>
5	Kedatangan Wisatawan/ <i>International Tourism Arrivals (ITA)</i> , (Priyono et al., 2023)	Nilai <i>International tourism, number of arrivals</i> adalah jumlah wisatawan yang datang bermalam atau melakukan perjalanan ke negara Indonesia tahun 1992-2022	Jiwa	<i>World Bank</i>

Sumber; diolah penulis

Persamaan Jangka Panjang,

$$PDB_t = \beta_0 + \beta_1 CO2_t + \beta_2 HYP_t + \beta_3 RE_t + \beta_4 ITA_t + \beta DU_t + \varepsilon_t$$

Estimasi model jangka pendek, dengan persamaan sebagai berikut;

Persamaan Jangka Pendek

$$\Delta PDB_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta CO2_t + \beta_2 \Delta HYP_t + \beta_3 \Delta RE_t + \beta_4 \Delta ITA_t + \beta_5 Du_t + \beta_6 ECT + \mu_t$$

Keterangan;

PDB	= Produk Domestik Bruto
CO2	= Emisi CO2
HYP	= <i>Hydropower</i>
RE	= <i>Renewable Energy</i>
ITA	= <i>International Tourism Arrivals</i>
DU	= <i>Dummy</i>
ECT	= <i>Error Correction Term</i>

Uji hipotesis (uji t) mengukur pengaruh signifikansi variabel independen terhadap variabel dependennya. Uji simultan (uji f) menentukan apakah variabel independen mempengaruhi variabel dependen secara bersama-sama. Koefisien Determinasi (R^2), menunjukkan seberapa besar variabel independen mempengaruhi variabel dependen. Uji Asumsi Klasik, digunakan untuk menguji data terdistribusi secara normal atau tidak, terdapat atau tidaknya masalah multikolinearitas, heteroskedastisitas, otokorelasi, serta linear atau tidaknya model yang diestimasi.

HASIL PENELITIAN

Langkah pertama dalam penelitian dengan metode ECM yaitu melakukan uji stasioneritas menggunakan uji *Dickey Fuller* pada tingkat *level* terhadap seluruh variabel yang diestimasi. Uji stasioneritas pada tingkat *level* terhadap seluruh variabel yang diestimasi adalah langkah pertama dalam penelitian menggunakan metode ECM.

Namun, karena tidak semua variabel memiliki data yang stasioner pada tingkat *level*, uji harus dilakukan pada tahap *first difference*. Tabel 2 berikut merupakan hasil uji stasioner *first difference*.

Tabel 2
Uji Stasioneritas, Augmented Dickey Fuller (ADF) Test

Variabel	ADF	Prob.	Keterangan
PDB	-6,696173	0,0000	Stasioner
CO ₂	-6,774027	0,0000	Stasioner
HYP	-6,237537	0,0000	Stasioner
RE	-3,249242	0,0271	Stasioner
ITA	-4,193233	0,0031	Stasioner

Sumber; data diolah, 2024

Hasil estimasi uji stasioner tingkat *first different* menunjukkan seluruh data pada masing-masing variabel penelitian bersifat stasioner, sehingga metode ECM dapat dilanjutkan. Pada tabel 2 menunjukkan probabilitas variabel PDB, CO₂, HYP, RE, dan ITA < signifikansi 5%, maka dapat dikatakan variabel stasioner. Lanjutan tahapan setelah seluruh variabel lolos pada uji akar unit adalah uji kointegrasi untuk mengetahui variabel yang diestimasi terkointegrasi atau tidaknya, dengan langkah awal regresi jangka panjang. Hasil uji regresi jangka panjang dapat diamati di tabel 3.

Tabel 3
Hasil Uji Regresi Jangka Panjang

Variabel	Koefisien	Probabilitas	t-Statistic
C	-79,43662	0,0072	-2,9191
CO ₂	0,021033	0,0144	2,6230
HYP	-0,295156	0,0499	-2,0563
RE	0,310409	0,0101	2,7738
LOG(ITA)	4,221516	0,0110	2,7388
F-stat	3,993515	0,0118	
R-square	0,380570		

Sumber; data diolah, 2024

Hasil persamaan regresi jangka panjang pada tabel 3 menunjukkan adanya pengaruh signifikan pada jangka panjang seluruh variabel CO₂, HYP, RE, LOG(ITA) terhadap PDB. Hal ini dilihat berdasarkan *t-statistic* masing-masing variabel > *t-tabel* 2,056 atau probabilitas < alfa (0,05) yang memperlihatkan seluruh variabel mempunyai pengaruh signifikan terhadap PDB. Pada hasil uji F (Uji Simultan) yang tertera pada tabel 3 mempunyai nilai *F-stat* < alfa 0,05, yang berarti seluruh variabel diantaranya CO₂, HYP, RE, ITA dengan bersama-sama berpengaruh terhadap PDB dalam jangka panjang. Pada hasil uji tertera nilai *R-square* sebesar 0,3805 yang menunjukkan daya ramal yang rendah. Artinya sebesar 38,05 variasi variabel PDB dapat dijelaskan oleh emisi, *hydropower*, *renewable energy*, dan *internasional tourism arrivals*. Sisanya 61,95% dipengaruhi oleh variasi variabel lain diluar model.

Tabel 4
Uji Kointegrasi

Variabel	ADF Statistic	T- MacKinnon	Level			Prob	Keterangan
			1%	5%	10%		
ECT	-4,0181	-3,6701	-2,9640	-2,6210	0,0042	Berkointegrasi	

Sumber; data diolah

Uji stasioner pada residual ECT diperlukan untuk mengetahui hasil kointegrasi. Pada tabel 4 memperlihatkan nilai probabilitas sebesar $0,0042 < \alpha 0,05$ sehingga H_0 ditolak. ECT menunjukkan lolos uji akar unit pada tingkat level dan adanya kointegrasi pada seluruh variabel yang diestimasi. Hal ini menunjukkan dapat diberlakukannya metode ECM pada penelitian ini.

Tabel 5
Hasil Uji Regresi Jangka Pendek

Variabel	Koefisien	Probabilitas	t-Statistic
C	0,102385	0,8295	0,2176
D(CO ₂)	0,012849	0,2571	1,1607
D(HYP)	-0,371134	0,0396	-2,1767
D(RE)	0,289378	0,1115	1,6523
D(LOG(ITA))	5,372174	0,0014	3,6221
ECT(-1)	-0,727058	0,0012	-3,5699
F-stat	7,437159	0,0002	
R-square	0,607752		

Sumber; data diolah

Hasil persamaan regresi jangka pendek pada tabel 5 menunjukkan dari seluruh variabel CO₂, HYP, RE, ITA hanya HYP, ITA, dan ECT yang berpengaruh signifikan terhadap PDB. Hal ini dapat dilihat berdasarkan probabilitas semua variabel HYP, ITA, ECT $< \alpha 0,05$. Pada tabel 5 tertera *F-stat* (Uji Simultan) yang menunjukkan prob $< 0,05$ berarti seluruh variabel yang diestimasi secara bersama-sama mempengaruhi PDB dalam jangka pendek. Nilai *R-Square* yang tersaji menunjukkan sebesar 60,77% variasi variabel PDB dalam jangka pendek dipengaruhi oleh CO₂, HYP, RE, ITA. Variabel lain di luar model terestimasi menyumbang 39,23% variasi PDB jangka pendek.

UJI ASUMSI KLASIK

- Uji Normalitas. Dalam uji asumsi klasik pada normalitas residual Jarque-bera tertera probabilitas sebesar $0,370137 > \alpha 0,05$. Artinya model terestimasi memiliki distribusi residual yang normal.
- Uji Multikolinearitas (VIF). Pada tabel 6 menunjukkan semua variabel CO₂, HYP, RE, dan ITA mempunyai *centered* VIF < 10 maka model terestimasi tidak terdapat masalah multikolinearitas.

Tabel 6
Multikolinearitas (VIF)

Variabel	VIF	Keterangan
D(CO ₂)	1,287429	Tidak terdapat multikolinieritas
D(HYP)	1,293064	Tidak terdapat multikolinieritas
D(RE)	1,174627	Tidak terdapat multikolinieritas
D(LOG(ITA))	1,266784	Tidak terdapat multikolinieritas
ECT(-1)	1,083736	Tidak terdapat multikolinieritas

Sumber; diolah penulis

c. Uji Autokorelasi

Tabel 7
Autokorelasi (Breusch Godfrey)

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM test			
F-stat	0,130586	Prob. F (3,20)	0,9408
Obs*R-Square	0,576347	Prob. Chi-Square (3)	0,9018

Sumber; data diolah

Pada tabel 7 menunjukkan hasil uji autokorelasi tersaji nilai probabilitas *Chi-Square* sebesar 0,9018 > 0,05, hal ini menunjukkan model terestimasi tidak ada masalah autokorelasi

d. Uji Heteroskedastisitas

Tabel 8
Heteroskedastisitas White (No cross term)

Heteroskedasticity Test: White			
F-stat	0,8257	Prob. F(11,18)	0,6181
Obs*R-Square	10.060	Prob. Chi-Square (11)	0,5249

Sumber; diolah penulis

Pada tabel 8 hasil uji heteroskedastisitas no cross term menunjukkan probabilitas *Chi-Square* yaitu 0,5249 > 0,05, hal ini menunjukkan model terestimasi tidak mempunyai masalah heteroskedastisitas.

e. Ramsey Reset

Tabel 9
Linieritas (Ramsey Reset)

Ramsey Reset Test			
F-stat	Value	Df	Prob
	0,030371	(1,22)	0,8632

Sumber; diolah penulis

Pada hasil uji *Ramsey Reset* menghasilkan Probabilitas sebesar 0,8632 > 0,05. Maka hal ini dapat dijelaskan bahwa model terestimasi secara linier

PEMBAHASAN

Pengaruh Emisi CO₂ terhadap PDB

Hasil uji estimasi jangka panjang menunjukkan Emisi CO₂ berpengaruh positif dan signifikan terhadap Produk Domestik Bruto. Negara Indonesia merupakan *top ten* negara penyumbang emisi di dunia. Hal ini dilihat dari total emisi karbon Indonesia yang mengalami pertumbuhan positif. Hal ini dikarenakan masih bergantungnya negara Indonesia terhadap energi tak terbarukan yaitu energi fosil untuk menunjang aktivitas ekonominya, sehingga semakin meningkatnya aktivitas ekonomi semakin tinggi pula PDB (Amalina et al., 2023). Ini mendukung penelitian yang telah dilakukan oleh Rahmandani & Dewi (2023), yang menemukan hubungan positif dan pengaruh signifikan emisi CO₂ terhadap PDB. Penggunaan bahan bakar fosil merupakan komponen utama proses produksi industri, yang berhubungan langsung dengan pertumbuhan ekonomi dan menghasilkan emisi karbon. Penelitian tersebut mendukung penelitian yang dilakukan oleh Syahrir & Prastowo (2024), yang menunjukkan hubungan kausalitas satu arah PDB dengan emisi CO₂, yang berarti pertumbuhan ekonomi meningkat beriringan dengan meningkatnya emisi CO₂, yang disebabkan konsumsi listrik. Berbeda dengan penelitian oleh Putri & Cahyono, (2022) yang menemukan pengaruh negatif emisi terhadap pertumbuhan ekonomi, dan penelitian oleh Putra & Satrianto, (2019), yang menemukan tidak adanya hubungan kausalitas satu maupun dua arah antara pertumbuhan ekonomi dengan emisi.

Hasil estimasi pada jangka pendek menunjukkan hubungan positif namun tidak signifikan Emisi CO₂ terhadap PDB. Emisi CO₂ signifikan ketika konsumsi energi tak terbarukan tersebut menyebabkan kenaikan produksi dan berakibat pada peningkatan PDB, namun pada kondisi dimana emisi terus mengalami peningkatan sehingga

terjadi peningkatan pengeluaran anggaran biaya pemerintah untuk melakukan perbaikan lingkungan maka emisi tidak signifikan terhadap pdb (Amalina et al., 2023). Sejalan dengan penelitian oleh Rangkuty (2023), yang menghasilkan adanya hubungan positif namun tidak signifikan emisi terhadap PDB. Serta mendukung penelitian oleh (Ade, 2018) yang menemukan hubungan positif namun tidak signifikan emisi terhadap PDB. Berbeda dengan yang disampaikan oleh Thahirah & Adam, (2022) yang menemukan pengaruh signifikan emisi terhadap PDB yang mengindikasikan semakin tinggi PDB suatu negara semakin tinggi pula kerusakan lingkungan yang diderita.

Pengaruh Listrik tenaga air / *Hydropower* terhadap PDB

Hasil estimasi variabel *hydropower* dalam jangka pendek dan jangka panjang menunjukkan hubungan negatif dan signifikan terhadap Produk Domestik Bruto. Potensi energi air sangat besar karena energi tersebut dapat digunakan secara bebas dan dapat diperbarui secara terus-menerus. Namun pada negara Indonesia, meskipun energi air sudah dikembangkan belum mencukupi kebutuhan energi dan dapat dikatakan belum optimal. Salah satu penyebabnya karena teknologi yang digunakan untuk mendukung adanya *hydropower* cenderung rendah karena diperlukannya biaya untuk mengembangkan teknologi (Afriyanti et al., 2020). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilaksanakan oleh Nuriah, (2020), yang menghasilkan kausalitas dua arah dalam konsumsi *hydropower* dan PDB Indonesia dalam jangka pendek. Hal ini mendukung penelitian oleh Syahrir & Prastowo (2024), yang menunjukkan hubungan sebab akibat PDB dengan *hydroelectricity*, artinya negara berkembang sulit mengurangi kerusakan lingkungan tanpa membahayakan perekonomiannya karena mempertimbangkan kebutuhan pembangunan ekonominya.

Pengaruh Energi Terbarukan / *Renewable Energy* terhadap PDB

Pada hasil estimasi pada jangka panjang menunjukkan adanya hubungan positif signifikan antara *Renewable Energy* dan Produk Domestik Bruto. Energi terbarukan akan meningkatkan keamanan energi dengan menyediakan energi yang tidak akan ada habisnya, sumber energi terbarukan menjadi opsi murah dalam akses listrik, dan menunjang produksi yang ramah lingkungan, sehingga berdampak positif bagi pelaku usaha (Rahmandani & Dewi, 2023). Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Ula & Affandi (2019) yang menghasilkan hubungan positif signifikan *renewable energy* terhadap PDB, yang berarti penggunaan energi terbarukan bersinergi pada pembangunan berkelanjutan. Hasil penelitian pada jangka pendek menunjukkan hubungan positif, tetapi tidak signifikan, antara *renewable energy* dan pdb. Indonesia menyimpan kekayaan sumber daya terbarukan yang melimpah, sayangnya pemanfaatan energi terbarukannya belum maksimal yakni berkisar di angka 5% dari bauran energi nasional (Nurdin & Fuady, 2021). Berbeda dengan penelitian oleh Berlianto & Setya Wijaya (2022), yang menunjukkan adanya hubungan positif namun tidak berpengaruh signifikan *renewable energy* terhadap PDB. Hal ini terjadi karena kurangnya dukungan oleh pemerintah terkait transisi energi tak terbarukan ke energi terbarukan. Ditandai dengan kurangnya kebijakan yang mengatur biaya pembelian listrik dari energi terbarukan, dan fokus saat ini adalah subsidi untuk energi bahan bakar fosil. Berbeda dengan yang disampaikan oleh (Rahmandani & Dewi, 2023), yang menemukan hubungan negatif signifikan *renewable energy* terhadap pertumbuhan ekonomi, hal ini karena penggunaan energi terbarukan dan mengurangi energi tak terbarukan justru akan menurunkan pertumbuhan ekonomi.

Pengaruh Kedatangan Wisatawan / *International Tourism Arrivals* terhadap PDB

Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan positif dan pengaruh signifikan dalam jangka panjang maupun jangka pendek *Tourism Arrivals* terhadap produk domestik bruto. Kunjungan wisatawan diasumsikan berkontribusi pada devisa negara. Wisatawan dapat meningkatkan pendapatan devisa negara, karena wisatawan yang berkunjung dan bermalam tentu saja akan melakukan transaksi untuk penginapan, tiket destinasi wisata, hingga pembelian konsumsi dan cendramata (Luqma et al., 2023). Hal ini mendukung penelitian oleh Septyana Putra et al., (2021), yang menghasilkan hubungan positif signifikan kunjungan wisatawan terhadap pertumbuhan ekonomi. Artinya pariwisata merupakan sub sektor utama karena berkontribusi pada hasil pajak, retribusi, dan pendapatan lainnya. Sejalan pada penelitian yang dilakukan oleh Priyono et al., (2023), dengan temuan yang menunjukkan hubungan positif dan signifikan antara kedatangan wisatawan dan PDB. Hal ini mendukung penelitian oleh Putri & Cahyono, (2022), yang menemukan hubungan positif bahwa pariwisata internasional sangat membantu pertumbuhan ekonomi karena pertumbuhan perdagangan internasional. Berbeda dengan pendapat oleh Sugiarto et al., (2023) yang menemukan pengaruh negatif tidak signifikan kunjungan wisatawan terhadap pertumbuhan

ekonomi wilayah, hal ini karena wisatawan yang berkunjung tidak melakukan pembelian barang atau jasa pada perusahaan barang, jasa, maupun kuliner yang dapat meningkatkan pajak.

SIMPULAN DAN SARAN

Hasil estimasi penelitian ini menunjukkan bahwa CO₂ memiliki pengaruh positif tetapi tidak signifikan terhadap PDB dalam jangka Panjang. Sementara pada jangka pendek CO₂ mempunyai hubungan positif namun tidak berpengaruh signifikan terhadap PDB. Hal ini menunjukkan pengaplikasian energi tak terbarukan yang menghasilkan emisi meningkatkan produksi hingga berakibat meningkatnya perekonomian. HYP berdampak negatif terhadap PDB baik dalam jangka panjang maupun jangka pendek, penggunaan HYP membutuhkan teknologi untuk dapat mengubah energi air menjadi energi listrik yang mana tidak semua negara mempunyai teknologi yang mumpuni. Hasil estimasi pada jangka panjang menunjukkan adanya hubungan positif dan signifikan RE dengan PDB, sementara pada jangka pendek hubungan RE dengan PDB positif namun tidak signifikan. Hal ini karena sumber pendapatan masyarakat saat ini masih sangat dipengaruhi oleh aktivitas yang menggunakan sumber daya terbatas. Hubungan positif ITA terhadap PDB baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang, membuktikan bahwa kedatangan wisatawan meningkatkan devisa negara. Berdasarkan hasil penelitian tersebut diharapkan pemerintah lebih banyak menaruh perhatian terhadap kerusakan lingkungan saat ini dengan melakukan pengalihan penggunaan sumber daya tak terbarukan ke sumber daya terbarukan seperti *hydropower*, serta mengoptimalkan program *green tourism* agar wisatawan yang datang dapat meningkatkan devisa negara tanpa membawa dampak negatif bagi lingkungan. Penulis yang akan menindak lanjuti penelitian diharapkan dapat menambah variabel yang memproksikan *brown economy* sebagai pembanding.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade, Z. U. (2018). *Analisis Determinasi Emisi Co 2 Di Indonesia Tahun 1990-2018*. 123, 487–500.
- Afriyanti, Y., Sasana, H., Jalunggono, G., Ekonomi, F., & Tidar, U. (2020). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Konsumsi Energi Terbarukan Di Indonesia Analysis. *DINAMIC: Directory Journal of Economic Volume 2 Nomor 3*, 2(3).
- Amalina, I. S. N., Wahyudi, H., & Ciptawaty, U. (2023). Pengaruh GDP Per Kapita, dan Konsumsi Energi Terhadap Emisi CO₂ di Indonesia. *Journal on Education*, 6(1), 6508–6517. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.3872>
- Aprilia, N., & Sisdiyanto, E. (2024). Green Economy Sebagai Strategi Dalam Menangani Permasalahan Ekonomi. *JMA*, 2(4), 3031–5220.
- Berlianto, D., & Setya Wijaya, R. (2022). Pengaruh transisi konsumsi energi fosil menuju energi baru terbarukan terhadap produk domestik bruto di Indonesia. *E-Jurnal Perspektif Ekonomi Dan Pembangunan Daerah*, 11(2), 105–112. <https://doi.org/10.22437/pdpd.v11i2.17944>
- I.S, N. D., Rahmadani, F., P, D. P. I., & Yudatama, D. S. (2019). Kausalitas Konsumsi Energi Hydroelectricity, Emisi Karbon Dioksida terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia. *Indicators : Journal of Economic and Business*, 1(2), 154–167. <https://doi.org/10.47729/indicators.v1i2.38>
- Juliani, R., & Rahmayani, D. (2021). Analisis Kausalitas Pariwisata, Konsumsi Energi Fosil, Pertumbuhan Ekonomi Dan Emisi Co₂ Di Indonesia. *Jurnal Dinamika Ekonomi Pembangunan*, 4(2), 124–139. <https://doi.org/10.14710/jdep.4.2.124-139>
- Khoirunisa Wahida, & Hoirul Uyun. (2023). Tatanan Indonesia Dalam Mewujudkan Pertumbuhan Ekonomi Berkelanjutan Melalui Green Economy. *Harmoni: Jurnal Ilmu Komunikasi Dan Sosial*, 1(2), 14–26. <https://doi.org/10.59581/harmoni-widyakarya.v1i2.291>
- Luqma, M., Susilowati, D., & Sari, N. P. (2023). Peran Ekonomi Kreatif dan Sektor Pariwisata dalam Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Trisakti*, 3(2), 2309–2318. <https://doi.org/10.25105/jet.v3i2.16541>
- Mahrani Rangkuty, D. R. (2023). The Effect of Green Finance on Economic Growth. *Journal of Analytical Research*, 2(2), 14–24. <https://www.jarsic.org/main/article/view/25/11>
- Munanda, R., & Amar, S. (2019). Pengaruh Kunjungan Wisatawan Mancanegara, Rata-Rata Pengeluaran dan Tingkat Hunia Hotel Terhadap Pendapatan Indonesia pada Sektor Pariwisata. *Jurnal Kajian Ekonomi Dan Pembangunan*, 1(1), 37–48.
- Norsyifa, Suhendra, Dondok, A. B. T., & Ramadhan, B. C. (2023). Analisis Dinamika Tantangan dan Peluang Carbon Exchange dalam Upaya Pengurangan Emisi Karbon di Dunia. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 1–6. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>
- Nurdin, K., & Fuady, M. S. (2021). Analisis Hubungan Kausalitas Konsumsi Energi (Terbarukan Dan Tidak Terbarukan) Dengan Pertumbuhan Ekonomi Indonesia. *Jurnalku*, 1(4), 379–389. <https://doi.org/10.54957/jurnalku.v1i4.83>
- Nuriah, A. (2020). *Hubungan Kausalitas Konsumsi Energi Hydropower, Emisi Karbon Dioksida dan Pertumbuhan Ekonomi pada Negara-negara G20*. 4(1), 114–127.

- Nurseha, S. S., Kamelia, E. A., Noehveltino, V. P., & Bonitu Suri, Muhammad Adymas Hikal Fikri, S.H., M. H. (2023). Urgensi Transisi Green Economy Oleh Generasi Muda Terhadap Pengaruh Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Ekonomi, Manajemen Dan Akuntansi Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Enam-Enam Kendari*, 1(2), 401–407. <https://doi.org/10.572349/neraca.v1i2.163%0Ahttps://jurnal.kolibi.org/index.php/neraca/article/view/163>
- Priyono, T. H., Santoso, E., Fitriyani, N., & ... (2023). Pengaruh kedatangan wisatawan, pengeluaran wisatawan, dan investasi pariwisata terhadap pertumbuhan ekonomi di ASEAN-4. *Jurnal Perencanaan ...*, 1(1), 48–53. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPWP/article/view/37771%0Ahttps://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPWP/article/download/37771/13033>
- Putra, S. N., & Satrianto, A. (2019). Analisis Hubungan Kausalitas Penggunaan Energi, Pertumbuhan Ekonomi dan Emisi Lingkungan Indonesia. *Jurusan Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang*, 1(1), 49–68. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biochi.2015.03.025%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/nature10402%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/nature21059%0Ahttp://journal.stainkudus.ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/nrmicro2577%0Ahttp://>
- Putri, S. P., & Cahyono, H. (2022). Pengaruh Variabel Pembangunan Berkelanjutan Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Asia Timur Tahun 2014-2018. *Independent: Journal of Economics*, 2(3), 26–41. <https://doi.org/10.26740/independent.v2n3.p26-41>
- Rahmandani, N., & Dewi, E. P. (2023). Pengaruh Energi Terbarukan, Emisi Karbon, Dan Foreign Direct Investment Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Negara Anggota OKI. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 9(1), 405–417. <http://dx.doi.org/10.29040/jjei.v9i1.6962>
- Salsabilla, safira A., & Setyowati, eni. (2023). Analisis Pengaruh Jumlah Hotel, Jumlah Wisatawan Terhadap Perkembangan PPDRB Sektor Pariwisata Di Karisedenan Surakarta Tahun 2017-2021. *Jurnal Bisnis Dan Manajemen*, 3(4), 2477–1783.
- Septyana Putra, I. G. D. J., Karmini, N. L., & Wenagama, I. W. (2021). Pengaruh Kunjungan Wisatawan Dan Rata-Rata Pengeluaran Wisatawan Terhadap Pad Dan Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Bali. *E-Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Universitas Udayana*, 10(06), 511. <https://doi.org/10.24843/eeb.2021.v10.i06.p02>
- Sugiarto, A., Manalu, S. P. R., & Pakpahan, E. (2023). Pengaruh Jumlah Kunjungan Wisatawan Dan Pajak Restoran Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Kabupaten Tapanuli Utara Dengan PAD Sebagai Variabel Intervening. *Jesya*, 6(1), 221–232. <https://doi.org/10.36778/jesya.v6i1.903>
- Syahrir, S., & Prastowo, P. (2024). Analisis hubungan antara emisi CO₂, konsumsi energi hidroelectricity dan Produk Domestik Bruto di empat negara ASEAN. *Jurnal Kebijakan Ekonomi Dan Keuangan*, 2(2), 135–142. <https://doi.org/10.20885/jkek.vol2.iss2.art3>
- Thahirah, U., & Adam, M. (2022). Model Panel Green Economy Dalam Rangka Pencapaian Pertumbuhan Ekonomi Berkelanjutan Pada 21 Negara Anggota Oki. *Jurnal Muara Ilmu Ekonomi Dan Bisnis*, 6(1), 73. <https://doi.org/10.24912/jmieb.v6i1.12709>
- Ula, T., & Affandi. (2019). Dampak Konsumsi Energi Terbarukan Terhadap Pertumbuhan Ekonomi: Studi di Asia Tenggara. *Journal of Economics Science*, 5(2), 26–34.