



Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Konsumsi Energi dan *Green Sukuk* terhadap Emisi Karbon Dioksida (CO₂) di Indonesia Periode 2018.I -2024.IV

Rana Fauziyyah^{1*}, Eva Ervani²

¹Program Studi Ekonomi Islam, Fakultas Ekonomi Dan Bisnis, Universitas Padjadjaran

²Program Studi Ekonomi Islam, Fakultas Ekonomi Dan Bisnis, Universitas Padjadjaran

*Penulis Korespondensi: ranaziyyah00@gmail.com

Abstract. *This study aims to analyze the effect of economic growth, energy consumption, and Green Sukuk on carbon dioxide (CO₂) emissions in Indonesia. Using quarterly time series data from 2018.I to 2024.IV, annual data for several variables were estimated into quarterly data using the Quadratic-Match Sum interpolation method. The analytical method employed is Multiple Linear Regression with Ordinary Least Squares (OLS) estimation using EViews 13, adjusted using the Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent (HAC) Standard Errors approach to address the issue of autocorrelation. The results indicate that, partially, economic growth has a negative but insignificant effect on carbon emissions in Indonesia; energy consumption has a positive and significant effect on carbon emissions; and Green Sukuk has a negative and significant effect on carbon emissions. These findings indicate that carbon dioxide (CO₂) emission control is significantly influenced by energy consumption patterns and support for Green Sukuk.*

Keywords: *Carbon Emissions (CO₂); Economic Growth; Energy Consumption; Green Sukuk; OLS-HAC*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi, dan *Green Sukuk* terhadap emisi karbon dioksida (CO₂) di Indonesia. Dengan menggunakan data deret waktu (*time series*) triwulanan dari periode 2018.I hingga 2024.IV, data tahunan beberapa variabel diestimasi menjadi data triwulanan menggunakan metode interpolasi Quadratic-Match Sum. Metode analisis yang digunakan adalah Regresi Linier Berganda dengan estimasi Ordinary Least Squares (OLS) dengan bantuan perangkat lunak Eviews 13 yang disesuaikan menggunakan pendekatan Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent (HAC) Standard Errors untuk mengatasi masalah autokorelasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara parsial, pertumbuhan ekonomi memiliki pengaruh negatif namun tidak signifikan terhadap emisi karbon dioksida (CO₂) di Indonesia, konsumsi energi memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbon dioksida (CO₂), dan *Green Sukuk* memiliki pengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi karbon dioksida (CO₂). Temuan ini menginformasi bahwa pengendalian emisi karbon dioksida (CO₂) sangat dipengaruhi oleh pola konsumsi energi dan dukungan *Green Sukuk*.

Kata kunci: *Emisi Karbon (CO₂); Pertumbuhan Ekonomi; Konsumsi Energi; Green Sukuk; OLS-HAC*

1. LATAR BELAKANG

Perubahan iklim merupakan salah satu tantangan lingkungan paling serius yang dihadapi dunia saat ini. Fenomena ini terjadi akibat meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer. Di antara seluruh jenis gas rumah kaca, CO₂ merupakan kontributor terbesar karena volumenya yang paling tinggi dan masa tinggal yang sangat lama di atmosfer, yakni dapat mencapai ratusan tahun. Meningkatnya CO₂ menyebabkan suhu bumi tidak stabil, mendorong pemanasan global, serta memicu berbagai perubahan

dalam sistem iklim. Perubahan iklim tidak hanya berdampak pada sektor lingkungan, tetapi juga memicu tekanan ekonomi, politik, dan sosial yang semakin rumit. Negara yang sulit menghadapi dampak perubahan iklim berisiko dalam menangani krisis sumber daya, ketidakstabilan harga energi, hingga menurunnya daya saing ekonomi.

Sejalan dengan hal tersebut, negara-negara di dunia menyepakati upaya lanjutan untuk menemukan jalan keluar atas permasalahan dalam menurunkan tingkat gas rumah kaca (GRK) global. Kondisi ini melatarbelakangi lahirnya Perjanjian Paris pada tahun 2015 (COP21) yang telah diratifikasi oleh 191 negara. Melalui perjanjian ini, diperkenalkan konsep *Net Zero Emission* (NZE), yaitu sebuah kondisi di mana emisi gas rumah kaca yang dilepaskan ke atmosfer seimbang dengan jumlah emisi yang diserap kembali (IRID, 2022). Sebagai negara berkembang, Indonesia tergolong rentan terhadap dampak perubahan iklim. Selain itu, Indonesia juga termasuk kedalam negara penyumbang emisi terbesar di dunia, kontribusi emisi ini paling banyak dari deforestasi dan sektor energi. Kondisi ini menunjukkan bahwa Indonesia tidak hanya berperan sebagai negara terdampak, tetapi juga harus berperan aktif untuk mengurangi dampak buruk perubahan iklim.

Pembangunan Rendah Karbon merupakan landasan baru bagi pembangunan Indonesia yang bertujuan menjaga pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan sosial. Hal ini dicapai melalui kegiatan yang menekan jumlah serta intensitas emisi gas rumah kaca (GRK), sekaligus mengurangi pengambilan sumber daya alam secara berlebihan. Dalam implementasinya, Indonesia telah menunjukkan langkah nyata seperti percepatan transisi energi melalui pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT), pemulihan ekosistem karbon biru seperti mangrove dan gambut untuk menyerap karbon, hingga pengembangan infrastruktur kendaraan listrik serta angkutan umum massal di berbagai kota besar guna menekan polusi dari sektor transportasi.

Dalam menghadapi isu global ini, pemerintah Indonesia telah menetapkan target penurunan emisi karbon dioksida (CO₂) dalam dokumen *Nationally Determined Contribution* (NDC), yakni pengurangan sebesar 29% dengan upaya nasional dan 41% dengan dukungan internasional pada tahun 2030 (Kemenkeu, 2023). Komitmen ini sejalan dengan Perjanjian Paris tahun 2015 yang menekankan upaya menahan kenaikan suhu global di bawah 2°C, bahkan diupayakan 1.5°C. Namun, pencapaian target pengurangan emisi di Indonesia tidaklah mudah mengingat kebutuhan pembangunan

yang masih meningkat, ketergantungan pada energi fosil, dan konsumsi energi yang terus meningkat setiap tahun.

Aspek ekonomi juga dapat berdampak pada kualitas lingkungan, karena pertumbuhan ekonomi seringkali disertai dengan peningkatan emisi CO₂, yang memiliki dampak negatif terhadap kondisi lingkungan (Khoirudin, Aufaa Mulia, & Apriliana, 2024). Ketergantungan pada energi fosil sebagai sumber utama energi dunia menjadi faktor penting yang mendorong meningkatnya emisi karbon dioksida (CO₂). Teori ini menggambarkan hubungan parabolik terbalik jangka panjang: pada tahap awal, pertumbuhan ekonomi mendorong peningkatan produksi dan konsumsi energi berbasis bahan bakar fosil, yang menyebabkan kerusakan lingkungan. Polanya ini sejalan dengan hipotesis Kurva Kuznets Lingkungan (EKC), yang menjelaskan bahwa pada tahap awal pertumbuhan ekonomi, tekanan terhadap lingkungan cenderung meningkat, tetapi pada tahap selanjutnya akan berkurang seiring dengan meningkatnya kesadaran lingkungan dan penerapan teknologi ramah lingkungan (Farabi, Abdullah, & Setianto, 2019). Sehingga, seiring dengan pertumbuhan ekonomi, kesadaran lingkungan yang meningkat dan inovasi teknologi ramah lingkungan menyebabkan tingkat kerusakan lingkungan secara bertahap menurun (Aprilia, 2024).

Saat ini, Indonesia menghadapi tantangan besar antara mengejar target pertumbuhan ekonomi di atas 5% demi menjadi negara maju, atau memenuhi janji internasional dalam Perjanjian Paris untuk mengurangi emisi karbon dioksida (CO₂) secara besar-besaran. Pemerintah Indonesia sendiri bahkan menargetkan pertumbuhan ekonomi sebesar 5,4% pada tahun 2026 (Kemenkeu, 2025). Di sisi lain, Indonesia sudah menyetujui perjanjian tersebut sejak 2015 dan berjanji untuk mencapai bebas emisi (*Net Zero Emission*) pada tahun 2050. Tantangan ini terjadi karena ekonomi Indonesia masih sangat bergantung pada sektor energi dan manufaktur yang banyak menghasilkan emisi. Besarnya ketergantungan ini menyebabkan setiap upaya mendorong pertumbuhan ekonomi sering kali berdampak langsung pada rusaknya lingkungan.

Selain pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi juga memiliki peran yang sangat signifikan terhadap perubahan tingkat emisi karbon. Energi merupakan kebutuhan pokok dalam mendorong aktivitas produksi, transportasi, dan konsumsi masyarakat. Sumber energi utama di Indonesia saat ini masih sebagian besar berasal dari bahan bakar fosil, yaitu minyak bumi, batu bara, dan gas bumi. Komposisi energi Indonesia saat ini masih

sangat didominasi oleh bahan bakar fosil. Menurut Kementerian ESDM. (2024) mencakup Batu bara sekitar 40%, minyak bumi 29% tetapi tetap menjadi bagian yang paling banyak digunakan dan Gas Bumi 16%. Di sisi lain, pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) masih cenderung lambat, yaitu di bawah 15%. Rendahnya angka ini menunjukkan bahwa upaya transisi energi di Indonesia masih menghadapi tantangan besar, baik dari sisi laju pembangunan infrastruktur maupun pembiayaan teknologi bersih.

Green Sukuk digunakan untuk membiayai proyek-proyek ramah lingkungan. Sebagai instrumen keuangan berbasis syariah, *Green Sukuk* tidak hanya menawarkan manfaat ekonomi, tetapi juga nilai-nilai etis dan keberlanjutan sesuai prinsip Islam. Dana yang dialokasikan untuk proyek ramah lingkungan mencerminkan peran manusia sebagai pengelola bumi yang bertanggung jawab mengelola sumber daya alam dengan baik (Ryas, Kesuma, Setiawan, & Hayati, 2024). Sejak penerbitan pertamanya pada tahun 2018, Indonesia telah meluncurkan seri *Green Sukuk* global maupun ritel dengan nilai total mencapai USD 1,25 miliar. *Green Sukuk* mendanai proyek-proyek hijau seperti pengembangan energi terbarukan, transportasi rendah emisi, dan infrastruktur berkelanjutan, yang sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), dalam melakukan aksi nyata terhadap perubahan iklim dan mewujudkan ekonomi yang lebih baik di masa depan (Suriani, Masbar, Agustina, & Khairul, 2024).

Menurut Qur'an & Akhmadi. (2025) selama periode 2018–2022, alokasi pendanaan *Green Sukuk* terbesar difokuskan pada sektor Transportasi Berkelanjutan (32,39%), Ketahanan terhadap Perubahan Iklim (28,09%), serta Pengelolaan Air dan Limbah Berkelanjutan (25%). *Green Sukuk* memiliki peran strategis dalam mendukung upaya nasional menekan emisi karbon (Qur'an & Akhmadi, 2025). Studi oleh Suriani dkk. (2024) juga menunjukkan bahwa *Green Sukuk* memiliki dampak negatif dan signifikan terhadap emisi karbon, membuktikan potensi instrumen ini sebagai solusi pembiayaan yang nyata dan terukur dalam mitigasi perubahan iklim.

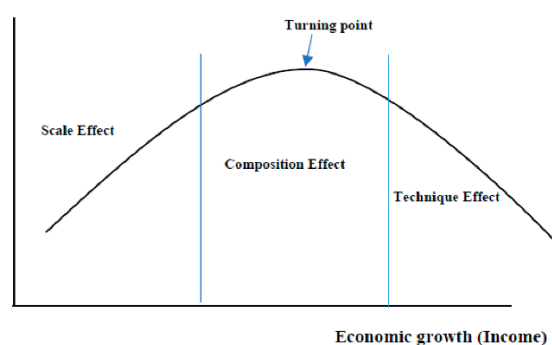
Namun demikian, sejauh mana peran *Green Sukuk* benar-benar berkontribusi terhadap pengurangan emisi CO₂ masih perlu diteliti secara lebih empiris, terutama jika dikaitkan dengan pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi di Indonesia. Berdasarkan data dari Our World in Data (2025), emisi CO₂ total Indonesia meningkat dari sekitar 600 juta ton CO₂ pada tahun 2018 menjadi lebih dari 800 juta ton CO₂ pada tahun 2024. Tren

ini menunjukkan bahwa dalam beberapa tahun terakhir, meningkatnya kegiatan ekonomi dan industri selalu diikuti oleh kenaikan emisi karbon yang cukup tinggi dengan tingkat pertumbuhan ekonomi rata-rata sekitar 5% per tahun (BPS, 2026). Konsumsi energi nasional juga terus-menerus meningkat, yang menandakan bahwa kita masih sangat mengandalkan energi fosil meskipun program peralihan energi bersih terus didorong. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun pemerintah mulai mendorong kebijakan pendanaan ramah lingkungan, seperti *Green Sukuk*, tantangan struktural dalam menurunkan emisi CO₂ masih cukup besar. Oleh karena itu, periode 2018–2024 menjadi waktu yang penting untuk menilai sejauh mana pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi, dan *Green Sukuk* memberikan hasil nyata dalam memengaruhi emisi CO₂ di Indonesia.

2. KAJIAN TEORITIS

A. *Environmental Kuznets Curve (EKC)*

Teori Kurva Kuznets Lingkungan (*Environmental Kuznets Curve* atau EKC) adalah sebuah hipotesis yang menggambarkan keterkaitan antara kemajuan ekonomi dan tingkat kerusakan lingkungan yang dapat berubah-ubah. Konsep ini awalnya diambil dari pemikiran Simon Kuznets (1955) tentang ketimpangan pendapatan, yang kemudian digunakan di bidang lingkungan untuk menunjukkan adanya pola hubungan berbentuk U terbalik antara pertumbuhan ekonomi yang diukur berdasarkan pendapatan per kapita dengan tingkat polusi atau kerusakan lingkungan.



Gambar 1. *Environmental Kuznets Curve (EKC)*

Sumber : Khan dkk. (2025)

Pada fase awal perkembangan ekonomi, kerusakan lingkungan biasanya meningkat seiring naiknya pendapatan, karena negara-negara berkembang umumnya memprioritaskan industrialisasi skala besar dan pemanfaatan sumber daya alam secara terus-menerus. Namun, setelah mencapai titik puncak tertentu akan menjadi titik balik

(*turning point*), pertumbuhan ekonomi yang berlanjut akan disertai oleh penurunan degradasi lingkungan. Hal ini sejalan dengan pendapat bahwa kemajuan ekonomi pada tahap yang lebih tinggi membuat ekonomi bekerja dengan cara yang berbeda karena adanya penemuan teknologi baru dan masyarakat lebih peduli terhadap kelestarian alam.

Perubahan kualitas lingkungan dalam kerangka EKC dapat dijelaskan melalui tiga efek, yaitu efek skala (*scale effect*), efek komposisi (*composition effect*), dan efek teknik (*technique effect*). Efek skala terjadi saat meningkatnya produksi membuat pemakaian sumber daya alam dan polusi naik secara langsung. Pada tahap ini, ekonomi hanya berfokus pada jumlah hasil produksi (*output*) tanpa mempedulikan dampak buruknya bagi lingkungan. Seiring berkembangnya ekonomi, terjadi efek komposisi yaitu saat struktur ekonomi bergeser dari industri yang boros energi menuju sektor jasa yang lebih ramah lingkungan. Terakhir, efek teknik terjadi saat pendapatan yang meningkat memungkinkan penerapan teknologi yang lebih efisien, serta regulasi lingkungan yang lebih ketat.

B. Emisi Karbon Dioksida (CO₂)

Emisi didefinisikan sebagai pelepasan zat, energi, atau komponen lainnya ke atmosfer melalui suatu kegiatan tertentu, terlepas dari apakah komponen tersebut mencemari udara atau tidak (PP No. 41 Tahun 1999). Sedangkan karbon dioksida sendiri didefinisikan sebagai materi yang terbentuk dari susunan satu atom karbon serta dua atom oksigen (Sylvia, dkk 2018). Secara alami, CO₂ merupakan senyawa yang berfungsi untuk menjaga suhu bumi. Meski demikian, lonjakan emisi CO₂ di atmosfer saat ini yang disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi, dan kegiatan industri telah meningkatkan efek rumah kaca secara drastis, sehingga berdampak pada pemanasan global yang mempercepat kerusakan alam (IPCC, 2021).

Emisi CO₂ sering digunakan dalam menguji teori Environmental Kuznets Curve (EKC). Jika melihat sejarah, kenaikan CO₂ dalam 60 tahun terakhir terjadi 100 kali lebih cepat dibandingkan perubahan alami di masa lalu. Gas ini dianggap lebih berbahaya dibandingkan gas rumah kaca lainnya, seperti metana dan dinitrogen oksida, karena sifatnya yang mampu bertahan jauh lebih lama di atmosfer.

Di Indonesia, hambatan dalam menekan emisi menjadi tantangan yang besar karena masih sangat mengandalkan energi fosil untuk menjaga kestabilan ekonomi nasional. Kebutuhan energi yang tinggi di sektor industri dan transportasi terus mendorong kenaikan polusi secara signifikan. Namun, pemerintah berkomitmen untuk mencapai

target *Net Zero Emission* pada 2060 dengan berbagai upaya kebijakan salah satunya yaitu pendanaan kretaif seperti *Green Sukuk*.

C. Pertumbuhan Ekonomi

Pertumbuhan ekonomi adalah proses kenaikan kemampuan produksi suatu negara dalam jangka panjang (Boediono, 1999). Kenaikan kemampuan produksi tersebut bertujuan untuk meningkatkan output yang dihasilkan oleh perekonomian. Oleh karena itu, pengukuran pertumbuhan ekonomi difokuskan pada peningkatan kapasitas produksi yang kemudian diukur menggunakan Produk Domestik Bruto (Adisasmita, 2014).

Produk Domestik Bruto (PDB) menggambarkan pendapatan nasional nyata yang dihitung dari seluruh barang dan jasa yang dihasilkan suatu negara. Saat mengukur kondisi ekonomi yang sebenarnya, penggunaan PDB Riil menjadi sangat penting karena menggunakan harga tetap (tahun dasar).

$$\text{Pertumbuhan Ekonomi} = \frac{PDB_t - PDB_{t-1}}{PDB_{t-1}} \times 100\%$$

Gambar 2. Rumus Pertumbuhan Ekonomi

Sumber : Tampubolon dkk. (2025)

Secara luas, pertumbuhan ekonomi adalah penggerak utama untuk meningkatkan penghasilan dan menciptakan lapangan kerja. Dengan barang dan jasa yang semakin beragam dan berkualitas, masyarakat dapat memenuhi kebutuhannya dengan lebih baik sehingga standar hidup pun meningkat. Namun, dalam prinsip pembangunan berkelanjutan, pertumbuhan tidak lagi hanya dilihat dari angka semata, melainkan juga dari kualitasnya. Penggunaan sumber daya alam harus dibarengi dengan perbaikan alam agar ekonomi tetap bisa tumbuh berkelanjutan. Karena produksi besar-besaran sering kali membuang limbah dan polusi. Oleh karena itu, tantangan saat ini adalah memastikan ekonomi tetap tumbuh namun tetap sejalan dengan upaya menekan emisi karbon (CO₂).

D. Konsumsi Energi

Energi memiliki peran paling penting dalam mendukung seluruh kegiatan manusia, serta menjadi pendorong utama bagi pertumbuhan ekonomi, industri, dan konsumsi rumah tangga. Dalam ekonomi, energi diperlukan untuk menjalankan proses kerja di berbagai sektor guna mencapai hasil industri yang tinggi. Berdasarkan asalnya, penggunaan energi dibedakan menjadi energi primer dan final. Energi primer adalah energi asli langsung dari alam yang belum diolah, contohnya batu bara, minyak mentah,

gas, sinar matahari, dan angin. Sedangkan energi final adalah energi yang sudah diolah agar bisa langsung digunakan masyarakat, seperti listrik dan bensin (BBM).

Penggunaan energi di Indonesia saat ini masih didominasi oleh bahan bakar fosil, yang memenuhi sekitar 85% dari total kebutuhan energi nasional pada tahun 2025 (IESR, 2026). Konsumsi energi tak terbarukan meningkat lebih cepat dari produksinya, memperparah polusi yang ada. Peningkatan permintaan ini terjadi karena belum ada sumber energi bersih yang tersedia dalam jumlah besar untuk menggantikan fosil.

Sebagai solusi atas dampak negatif tersebut, diperlukan percepatan adopsi energi terbarukan. Peralihan ini melibatkan standar efisiensi ekonomi yang menetapkan regulasi lingkungan untuk menggeser pola konsumsi menjauhi bahan bakar fosil menuju sumber energi yang lebih bersih. Berbeda dengan energi fosil, energi terbarukan non-fosil memiliki keunggulan kompetitif karena tidak menimbulkan kerugian ekologis dan tidak berkontribusi pada akumulasi gas rumah kaca. Oleh karena itu, transisi energi menjadi keharusan struktural untuk memastikan pertumbuhan ekonomi tetap berjalan tanpa mengorbankan kelestarian lingkungan hidup.

E. *Green Sukuk*

Green Sukuk merupakan instrumen pembiayaan syariah yang diterbitkan untuk mendanai berbagai proyek ramah lingkungan yang mampu memberikan dampak positif terhadap lingkungan sekaligus mendukung agenda pembangunan berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs). Secara istilah sukuk merujuk pada surat berharga syariah yang menjadi bukti kepemilikan atas suatu aset atau proyek tertentu, sementara istilah "green" mengacu pada proyek ramah lingkungan. Di pasar modal, *Green Sukuk* menjadi pilihan selain obligasi konvensional. Perbedaan utamanya terletak pada kepemilikan investor atas aset nyata (*underlying asset*) yang produktif, bukan sekadar surat utang. Selain bebas dari unsur riba, seluruh dana yang dihimpun wajib disalurkan untuk membiayai atau mendanai kembali (*refinancing*) proyek hijau sesuai dengan ketentuan dalam *Green Sukuk Framework*.

Mekanisme *Green Sukuk* berfungsi untuk mengurangi emisi karbon (CO₂) melalui alokasi modal dan pembiayaan hijau, di mana instrumen ini menurunkan biaya modal untuk proyek mitigasi perubahan iklim, sehingga menciptakan insentif ekonomi untuk transisi energi. Melalui alokasi sumber daya keuangan yang strategis, dana yang dikumpulkan dari investor dialihkan dari aktivitas berkarbon tinggi ke sektor energi

terbarukan dan teknologi bersih, yang pada gilirannya meningkatkan kapasitas produksi energi bersih nasional untuk menggantikan konsumsi energi berbasis fosil dalam campuran energi. Berdasarkan logika substitusi ini, peningkatan proporsi energi terbarukan dalam aktivitas produksi dan konsumsi secara otomatis mengurangi intensitas pembakaran hidrokarbon, yang berdampak langsung pada pengurangan akumulasi emisi di atmosfer dan pencapaian target Kontribusi yang Ditentukan Secara Nasional.

Ditinjau dari perspektif Maqashid Syariah, *Green Sukuk* menunjukkan bahwa ekonomi Islam adalah sistem yang sangat peduli pada kelestarian bumi, bukan hanya sekadar sistem keuangan tanpa bunga. Instrumen ini berkaitan erat dengan perlindungan harta (hifdz al-mal), di mana harta dalam pengertian syariah juga termasuk sumber daya alam yang harus dijaga dan digunakan secara efisien demi kepentingan generasi mendatang. Investasi melalui *Green Sukuk* dianggap sebagai bentuk penjagaan terhadap kekayaan alam yang berkelanjutan, sehingga nilai-nilai etis Islam dapat terwujud melalui proyek seperti energi terbarukan dan pengelolaan limbah. Investasi melalui *Green Sukuk* dianggap sebagai bentuk penjagaan terhadap kekayaan alam yang berkelanjutan, sehingga nilai-nilai etis Islam dapat terwujud melalui proyek seperti energi terbarukan dan pengelolaan limbah

Dana yang dihimpun dari penerbitan ini dikelola melalui aturan *Green Bond/Sukuk Framework* yang mencakup pada empat pilar utama. Pertama, dana harus disalurkan secara terbuka hanya untuk proyek ramah lingkungan yang hasilnya nyata (*Use of Proceeds*). Kedua, dilakukan seleksi ketat untuk memilih proyek yang memenuhi kriteria hijau sekaligus aman secara sosial (*Process for Project Evaluation and Selection*). Ketiga, dana dipantau secara khusus agar tidak tercampur dengan anggaran umum lainnya (*Management of Proceeds*). Terakhir, penerbit wajib melaporkan penggunaan dana dan dampaknya secara rutin melalui Allocation Report dan Impact Report hingga tuntas (*Reporting*). Melalui mekanisme ini, *Green Sukuk* tidak hanya memperkuat pertahanan nasional terhadap dampak perubahan iklim tetapi juga mendukung ekonomi yang lebih sehat dengan mengurangi eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan. Dengan mendanai teknologi bersih, instrumen ini membantu mencegah kerugian akibat kerusakan alam demi menjaga kestabilan ekonomi di masa depan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Sumber data yang digunakan

adalah Data Emisi Karbon Dioksida (CO₂) diperoleh dari Our World in Data, Data Pertumbuhan Ekonomi diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), Data Konsumsi Energi diperoleh dari Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia Kementerian ESDM, dan Data *Green Sukuk* diperoleh dari Laporan Alokasi dan Dampak *Green Sukuk* tahunan Kementerian Keuangan Republik Indonesia. Penelitian ini menerapkan teknik Interpolasi Data yaitu *Quadratic Match Sum* untuk mengubah data tahunan menjadi data guna memenuhi syarat kecukupan sampel. Penelitian ini menggunakan model analisis regresi linear berganda. Teknik pengujian hipotesis yang digunakan adalah uji asumsi klasik, uji parsial (t), dan uji koefisien determinasi (r^2).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Asumsi Klasik

Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk menguji distribusi data apakah normal atau tidak. Uji normalitas dapat dilakukan dengan melihat nilai probabilitas dari Jarque-Bera.

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas

Uji Normalitas	Probabilitas
Jarque-Bera	0.180137

(Sumber: Data diolah dengan Eviews 13, 2026)

Berdasarkan hasil uji normalitas pada Tabel di atas dapat diketahui nilai probabilitas *Jarque-Bera* sebesar 0.180. Karena nilai ini lebih besar dari 0.05, maka H₀ tidak dapat ditolak, yang menunjukkan bahwa data telah terdistribusi secara normal.

Uji Multikolinearitas

Uji Multikolinearitas bertujuan untuk mengidentifikasi apakah terdapat hubungan linear antara variabel-variabel independen dalam model regresi. Hasil uji multikolinearitas ditunjukkan oleh nilai *Variance Inflation Factor* (VIF).

Tabel 2. Hasil Uji Multikolinearitas

Variabel	VIF
PDB	3.346991
KE	4.541946
GS	1.895236

(Sumber: Data diolah dengan Eviews 13, 2026)

Berdasarkan hasil uji multikolinearitas pada tabel di atas diketahui bahwa coefficient masing-masing variabel independent memiliki VIF dengan nilai < 10 yaitu

variabel PDB sebesar 3.346, variabel KE sebesar 4.541 dan variabel GS sebesar 1.895. Dapat disimpulkan bahwa model regresi linear berganda tidak terdapat multikolinieritas
Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi terjadi ketidaksamaan varians dari residual satu pengamatan ke pengamatan lain. Penelitian ini menggunakan uji *Breusch-Pagan-Godfrey*.

Tabel 3. Hasil Uji Heteroskedastisitas

Uji Heteroskedastisitas	Probabilitas
F-statistic	0.1578
Obs*R-Squared	0.1474
Scaled explained SS	0.2602

(Sumber: Data diolah dengan Eviews 13, 2026)

Berdasarkan hasil uji heteroskedastisitas pada tabel di atas diketahui nilai Prob. F-statistic sebesar 0.157, Prob.Obs*R-Squared sebesar 0.1474, dan Prob Scaled explained SS sebesar 0.2602. Karena seluruh nilai probabilitas lebih besar dari 0.05, maka H₀ tidak dapat ditolak yang menunjukkan tidak terdapat gejala heteroskedastisitas pada model regresi. Dengan demikian, model regresi telah memenuhi asumsi homoskedastisitas.

Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi linear ada korelasi antara kesalahan pengganggu (residual) pada periode t dengan kesalahan pengganggu pada periode t-1 (sebelumnya). Penelitian ini menggunakan uji *Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test*.

Tabel 4. Hasil Uji Autokorelasi

Uji Autokorelasi	Probabilitas
F-statistic	0.0000
Obs*R-Squared	0.0001

(Sumber: Data diolah dengan Eviews 13, 2026)

Berdasarkan hasil uji autokorelasi pada Tabel di atas Dapat diketahui bahwa nilai Prob. F dan Prob. Chi-Square masing-masing bernilai 0.0000 dan 0.0001, Karena lebih rendah dari 0.05, H₀ ditolak yang menunjukkan terdapat masalah autokorelasi. Untuk mengatasi masalah ini tanpa mengubah keaslian data, estimasi model Regresi Linear Berganda (OLS) diselesaikan dengan menerapkan pendekatan HAC (*Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent*) Standard Errors dari *Newey-West*. Melalui pendekatan HAC ini, varians standard error telah dikoreksi secara robust oleh sistem sehingga nilai

t-statistic dan nilai probabilitas signifikansi setiap variabel tetap valid, konsisten, dan tidak bias untuk diinterpretasikan pada tahap pembahasan.

B. Analisis Regresi Linear Berganda

Regresi linear berganda adalah metode analisis yang melibatkan satu variabel dependen dan dua atau lebih variabel independen.

Tabel 5. Analisis Regresi Linear Berganda

Variabel dependen : CE			
Variabel	Coef.	Standard error	Probabilitas
cons	-15.81112	4.524231	0.0019
PDB	-0.00000166	0.00000265	0.5359
KE	0.538090	0.023588	0.0000
GS	-1.323423	0.500047	0.0141
Obs	28		
R-squared	0.996119		
Adjusted R-squared	0.995633		
F- stat	2053.066		
Prob > F	0.000000		

(Sumber: Data diolah dengan Eviews 13, 2026)

Persamaan regresi linear berganda dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

$$CE = a + b_1PDB + b_2KE + b_3GS + \varepsilon$$

$$CE = -15.81112 - 0.00000166PDB + 0.538090KE - 1.323423GS + \varepsilon$$

Interpretasi dari hasil estimasi regresi linear berganda di atas adalah Koefisien konstanta sebesar -15.81112 mengindikasikan bahwa, dengan asumsi tidak ada pengaruh dari variabel PDB, KE dan GS, maka emisi karbon cenderung akan menurun. Variabel PDB memiliki koefisien sebesar -0.00000166, yang berarti bahwa setiap peningkatan PDB sebesar Rp1 miliar akan berkontribusi pada penurunan emisi karbon sebesar 0.00000166 juta ton, *ceteris paribus*. Variabel KE memiliki koefisien sebesar 0.538090, yang berarti bahwa setiap peningkatan KE sebesar 1 Juta BOE akan berkontribusi pada kenaikan emisi karbon sebesar 0.538090 juta ton, *ceteris paribus*. Variabel GS memiliki koefisien sebesar -1.323423, yang berarti bahwa setiap peningkatan GS sebesar Rp1 Triliun akan berkontribusi pada penurunan emisi karbon Indonesia sebesar 1.323423 juta ton, *ceteris paribus*.

C. Uji Parsial (t)

Uji parsial (t) bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh variabel independen secara parsial terhadap variabel dependen.

Tabel 6. Hasil Uji Parsial (t)

Variabel	t _{stat}	t _{tabel}	H ₀	Kesimpulan
PDB	-0.628071	2.063899	Tidak dapat ditolak	Tidak Signifikan
KE	22.81247	2.063899	Ditolak	Signifikan
GS	-2.646599	2.063899	Ditolak	Signifikan

(Sumber: Data diolah dengan Eviews 13, 2026)

Interpretasi dari hasil uji parsial (t) di atas adalah PDB memiliki nilai t hitung sebesar -0.628 dan nilai signifikansi sebesar 0.5359. Maka dapat diketahui bahwa nilai t hitung $(-0.628) > (-2.063899)$ dan nilai signifikansi $0.5359 > 0.05$. Berdasarkan hasil tersebut H₀ tidak dapat ditolak, yang berarti PDB tidak berpengaruh signifikan terhadap emisi karbon. KE memiliki nilai t hitung sebesar 22.812 dan nilai signifikansi sebesar 0.0000. Maka dapat diketahui bahwa nilai t hitung $(22.812) > (2.063899)$ dan nilai signifikansi $0.0000 < 0.05$. Berdasarkan hasil tersebut H₀ ditolak, yang berarti KE berpengaruh signifikan terhadap emisi karbon. GS memiliki nilai t hitung sebesar -2.646 dan nilai signifikansi sebesar 0.0141. Maka dapat diketahui bahwa nilai t hitung $(-2.646) < (2.063899)$ dan nilai signifikansi $0.0141 < 0.05$. Berdasarkan hasil tersebut H₀ ditolak, yang berarti GS berpengaruh signifikan terhadap emisi karbon.

D. Uji Koefisien Determinasi (R²)

Uji koefisien determinasi (R²) adalah ukuran yang digunakan untuk menilai sejauh mana model dapat menjelaskan variasi dalam variabel independen. Berdasarkan hasil pengujian, nilai R² adalah 0,9956. Variabel dependen yaitu emisi karbon dapat dijelaskan oleh variabel independen PDB, KE dan GS sebesar 99,56%, dan sisanya dijelaskan oleh variabel yang tidak dimasukkan dalam model.

E. Analisis dan Pembahasan

Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Emisi Karbon Dioksida (CO₂)

Hasil analisis menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi memiliki hubungan negatif dan tidak signifikan terhadap emisi karbon (CO₂). Temuan ini berbeda dengan penelitian Nadeak dan Nasrudin (2023) yang menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbon dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa peningkatan pertumbuhan ekonomi tidak selalu diikuti oleh peningkatan emisi CO₂. Hal ini karena tidak seluruh sektor yang berkontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi menghasilkan emisi karbon dalam jumlah besar. Selain itu, pengaruh aktivitas yang menghasilkan emisi dalam penelitian ini telah lebih tercermin melalui variabel konsumsi energi, sehingga pertumbuhan ekonomi tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap emisi CO₂.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Lesmana dkk. (2024) yang menemukan bahwa pertumbuhan ekonomi berpengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap emisi karbon. Dengan demikian, peningkatan emisi CO₂ di Indonesia cenderung lebih dipengaruhi oleh tingkat penggunaan energi, dibandingkan oleh pertumbuhan ekonomi itu sendiri..

Pengaruh Konsumsi Energi Terhadap Emisi Karbon Dioksida (CO₂)

Hasil analisis menunjukkan bahwa konsumsi energi memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbon (CO₂). Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya Lesmana dkk. (2024) yang menunjukkan bahwa konsumsi energi memiliki pengaruh positif dan signifikan.

Konsumsi energi fosil memiliki kontribusi besar terhadap menurunnya kualitas lingkungan di Indonesia. Berbagai aktivitas ekonomi di Indonesia masih menghasilkan output berupa eksternalitas negatif dari penggunaan energi. Peningkatan aktivitas ekonomi yang terus terjadi juga mendorong tingginya konsumsi energi berbasis fosil, terutama karena ketersediaan sumber energi bersih dalam skala besar masih terbatas. Selain itu, penggunaan teknologi dan proses industri yang belum ramah lingkungan turut menjadi faktor yang memperparah peningkatan emisi CO₂, seiring dengan tingginya kebutuhan energi dari berbagai sektor.

Pengaruh Green Sukuk Terhadap Emisi Karbon Dioksida (CO₂)

Hasil analisis menunjukkan bahwa *Green Sukuk* memiliki pengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi karbon (CO₂). Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Suriani dkk. (2024) yang menunjukkan bahwa *Green Sukuk* memiliki pengaruh negatif dan signifikan di negara penerbit dalam jangka panjang maupun pendek.

Peningkatan penerbitan *Green Sukuk* berkaitan langsung dengan penurunan emisi karbon, yang menunjukkan bahwa instrumen keuangan ini mendukung proyek - proyek ramah lingkungan dan memberikan kontribusi nyata bagi upaya berkelanjutan. Instrumen

ini secara transparan mendanai sektor-sektor hijau untuk mencapai target pengurangan emisi (NDC) dan *Sustainable Development Goals* (SDGs), instrumen ini juga berhasil menarik minat investor karena sesuai dengan standar internasional dan didukung oleh kondisi ekonomi Indonesia yang kuat. Namun, tantangan global dan ketidakpastian lingkungan menjadikan keberlanjutan penerbitan *Green Sukuk* penting untuk memperluas pembiayaan dan mendukung pengembangan green ekonomi di Indonesia.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis regresi linear berganda dan uji hipotesis mengenai pengaruh pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi, dan *Green Sukuk* terhadap emisi karbon dioksida (CO₂) di Indonesia pada periode triwulan I 2018 sampai dengan triwulan IV 2024, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan. Pertama, pertumbuhan ekonomi berpengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap emisi karbon dioksida (CO₂) di Indonesia. Hasil ini menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi selama periode penelitian belum terbukti secara statistik memberikan pengaruh yang kuat terhadap penurunan emisi karbon dioksida. Kedua, konsumsi energi berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbon dioksida (CO₂) di Indonesia. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi energi cenderung mendorong peningkatan emisi karbon dioksida, sehingga konsumsi energi masih menjadi faktor penting yang memengaruhi kondisi lingkungan. Ketiga, *Green Sukuk* berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi karbon dioksida (CO₂) di Indonesia. Hasil ini menunjukkan bahwa *Green Sukuk* memiliki peran yang nyata dalam mendukung upaya pengurangan emisi karbon dioksida, sehingga dapat dipandang sebagai salah satu instrumen pembiayaan yang relevan dalam mendukung pembangunan berkelanjutan. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengendalian emisi karbon dioksida di Indonesia tidak hanya berkaitan dengan aspek pertumbuhan ekonomi, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh pola konsumsi energi dan dukungan instrumen pembiayaan hijau, khususnya *Green Sukuk*.

DAFTAR REFERENSI

- Adisasmita, R. (2014) *Pertumbuhan Wilayah dan Wilayah Pertumbuhan*, Graha Ilmu, Yogyakarta, hlm. 91.
- Aprilia, N. (2024). *PENGARUH PERTUMBUHAN EKONOMI, KONSUMSI ENERGI, DAN POPULASI TERHADAP EMISI KARBON (CO2) STUDI KASUS NEGARA INDONESIA DAN SINGAPURA TAHUN 1990-2022*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Badan Pusat Statistik. (2025). PDB Triwulanan Atas Dasar Harga Konstan menurut Pengeluaran (Milyar Rupiah). BPS. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTk1NiMy/-seri-2010--2--pdb-triwulanan-atas-dasar-harga-konstan-menurut-pengeluaran--milyar-rupiah-.html>
- Badan Pusat Statistik. (2026). Ekonomi Indonesia tahun 2025 tumbuh 5,11 persen. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2026/02/05/2546/ekonomi-indonesia-tahun-2025-tumbuh-5-11-persen.html>
- Boediono, Seri Sinopsis Pengantar Ilmu Ekonomi No. 4, Teori Pertumbuhan Ekonomi, BPFE, Yogyakarta, 1999, hlm. 1
- Direktorat Jenderal Pengelolaan Pembiayaan dan Risiko. (2018). The Republic of Indonesia Green Bond and Green Sukuk Framework. <https://api-djppr.kemenkeu.go.id/web/api/v1/media/B51F74A2-F8BF-47C7-A77F-DA48C2D33067>
- Farabi, A., Abdullah, A., & Setianto, R. H. (2019). ENERGY CONSUMPTION, CARBON EMISSIONS AND ECONOMIC GROWTH IN INDONESIA AND MALAYSIA. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(3), 338–345. <https://doi.org/10.32479/ijeep.6573>
- Indonesia Research Institute for Decarbonization (IRID). (2022). *Mengenal Net-Zero Emission*. https://irid.or.id/wp-content/uploads/2022/07/2022.04.01-Dasar-Dasar-Net-Zero-Emission_SPREADS.pdf
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate Change 2021: Summary for All*. Retrieved https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/outreach/IPCC_AR6_WGI_SummaryForAll.pdf

- Institute for Essential Services Reform. (2026). Mendorong pemanfaatan energi terbarukan di tengah dominasi fosil. Institute for Essential Services Reform. <https://iesr.or.id/mendorong-pemanfaatan-energi-terbarukan-di-tengah-dominasi-fosil/>
- Khan, M. K., Teng, J.-Z., Khan, M. I., & Khan, M. O. The Impact of Economic Policy Uncertainty and Geopolitical Risk on Environmental Quality: An Analysis of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis with the Novel QRPD Approach. *Sustainability*, 17(1). <https://doi.org/10.3390/su17010269>
- Kemenkeu, D. (2025). Green Sukuk Allocation and Impact Report. <https://api-djppr.kemenkeu.go.id/web/api/v1/media/8C2C3353-9134-43B3-9307-D465DE7C2CB8>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2024). *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2024*. <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-handbook-of-energy-and-economic-statistics-of-indonesia-2024.pdf>
- Kemenkeu Keuangan Republik Indonesia. (2025). Pemerintah Targetkan Pertumbuhan Ekonomi 5,4% di 2026, Pijakan Menuju 8%. Kemenkeu. Retrieved from <https://www.kemenkeu.go.id/informasi-publik/publikasi/berita-utama/Targetkan-Pertumbuhan-Ekonomi-5,4-di-2026>
- Kementerian Keuangan Republik Indonesia. (2023, September 27). *Berkomitmen Atasi Perubahan Iklim, Ini Upaya yang Dilakukan Indonesia*. <https://www.kemenkeu.go.id/informasi-publik/publikasi/berita-utama/Komitmen-Indonesia-Atasi-Perubahan-Iklim>
- Khoirudin, R., Aufaa Mulia, M. R., & Apriliana, D. (2024). HUBUNGAN TINGKAT KARBON DENGAN INDIKATOR EKONOMI DI ASEAN. *JISEF : Journal Of International Sharia Economics And Financial*, 3(02), 175–185. <https://doi.org/10.62668/jisef.v3i2.1435>
- Lesmana, I., Astuty, S., & Jamil, M. (2024). Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Foreign Direct Investment dan Konsumsi Energi Terhadap Kualitas Lingkungan di Indonesia : Ditinjau Dari Emisi Karbon Dioksida (CO₂). *Jurnal EMT KITA*, 8(3), 1205–1214. <https://doi.org/10.35870/emt.v8i3.2905>
- Nadeak, S. A. H., & Nasrudin. (2023). Pengaruh PDB per Kapita dan Konsumsi Energi

- terhadap Emisi GRK di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 23(2).
- Our World in Data. (2025). *Annual CO₂ emissions Indonesia*. Our World in Data.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara (1999). <https://toolsfortransformation.net/wp-content/uploads/2017/05/PP-41-1999-tentang-pengendalian-pencemaran-udara.pdf>
- Qur'an, N., & Akhmadi, M. H. (2025). GREEN SUKUK: INSTRUMEN PEMBIAYAAN SEKTOR HIJAU UNTUK MENDUKUNG PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN TAHUN 2018 - 2023. *Jurnal Bisnis Net*, 8(1), 2025.
- Ryas, M., Kesuma, F., Setiawan, H., & Hayati, M. (2024). PENERAPAN GREEN EKONOMI BERBASIS MAQASHID SYARIAH DALAM MEWUJUDKAN SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *Jurnal Ekonomi Akuntansi & Manajemen*, 1(2), 121–134.
- Sylvia, N., Zulhadika, R., Ginting, A., Hakim, L. (2018). *Tinjauan Proses Penyerapan Gas Karbon Dioksida (CO₂) Menggunakan Absorben Air (H₂O) pada Kolom Absorpsi Jenis Packing*. 7–14.
<https://repository.unimal.ac.id/5885/1/9.%20Tinjauan%20Proses%20Penyerapan%20Gas%20Karbon.pdf>
- Suriani, S., Masbar, R., Agustina, M., & Khairul, A. D. (2024). Do Global Green Sukuk affect on Climate Change? Evidence in Issuing Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14(1), 98–107. <https://doi.org/10.32479/ijeep.14987>
- Tampubolon, D., & Abas, S. (2025). *DINAMIKA PERTUMBUHAN EKONOMI*.