PENGARUH PENDAPATAN, POLA KONSUMSI ENERGI, DAN POPULASI TERHADAP EMISI GAS KARBON DI NEGARA-NEGARA G20

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana

NETANEEL WIJAYA TIMUR
NIM. B1011221097

PROGRAM STUDI EKONOMI PEMBANGUNAN
FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK

2026

PERNYATAAN BEBAS DARI PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Netaneel Wijaya Timur
NIM	: B1011221097
Jurusan	: IESP
Program Studi	: Ekonomi Pembangunan
Judul Proposal/TA	: Pengaruh Pendapatan, Pola Konsumsi Energi, dan Populasi terhadap Emisi Gas Karbon di Negara-Negara G20.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa ~~Proposal~~ / Tugas Akhir (TA)* dengan judul tersebut di atas, secara keseluruhan adalah murni karya penulis sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain, kecuali bagian-bagian yang dirujuk sebagai sumber pustaka sesuai dengan panduan penulisan yang berlaku (lembar hasil pemeriksaan plagiat terlampir).

Apabila di dalamnya terdapat kesalahan dan kekeliruan maka sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis yang dapat berakibat pada pembatalan ~~Proposal~~ / Tugas Akhir (TA)* dengan judul tersebut di atas.

Demikian pernyataan ini penulis buat dengan sebenar-benarnya.

Pontianak, 31 Mei 2025



(N ir)

NIM. B1011221097

*pilih salah satu

PERTANGGUNGJAWABAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Netaneel Wijaya Timur
NIM	: B1011221097
Jurusan	: Ilmu Ekonomi Studi Pembangunan
Program Studi	: Ekonomi Pembangunan
Judul TA	: Pengaruh Pendapatan, Pola Konsumsi Energi, dan Populasi terhadap Emisi Gas Karbon di Negara-Negara G20

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir (TA) ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dnegan benar.

Pontianak, 21 Mei 2026



Netaneel Wijaya Timur
B1011221097

LEMBAR YURIDIS

Pengaruh Pendapatan, Pola Konsumsi Energi dan Populasi terhadap Emisi Gas Karbon di Negara-Negara G20

Penanggung Jawab Yuridis

Netaneel Wijaya Timur
B1011221097

Jurusan : Ilmu Ekonomi dan Studi Pembangunan
Program Studi : Ekonomi Pembangunan
Tgl Ujian Tugas Akhir (TA) : 17 April 2026

Majelis Penguji

No.	Majelis Penguji	Nama/NIP	Tgl/bln/thn	Tanda Tangan
1.	Pembimbing Utama	Dr. Yarlina Yacoub, S.E., M.Si.	13/05/26	
		NIP 196211201989032003		
2.	Ketua Penguji	Romi Suradi, S.E.I., M.E.	13/05/26	
		NIP 198610022019031004		
3.	Anggota Penguji	Faishol Luthfi, S.E., M.S.E.I.	12/05/26	
		NIP 199307212022031012		

Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat dan Lulus
Dalam Ujian Tugas Akhir (TA)

Pontianak, 21 MAY 2026
Koordinator Program Studi Ekonomi Pembangunan

Yanto, S.E., M.Sc.
NIP 197706152003121004

UCAPAN TERIMA KASIH

"Bersyukurlah kepada TUHAN, sebab Ia baik! Bahwasanya untuk selama-lamanya kasih setia-Nya."

1 Tawarikh 16:8

Puji Syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan kasih karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan dengan baik Tugas Akhir dengan judul "Pengaruh Pendapatan, Pola Konsumsi Energi, dan Populasi terhadap Emisi Gas Karbon di Negara-Negara G20". Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ekonomi, pada program studi Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura.

Saya menyadaribahwa Tugas Akhir ini tidak akan terwujud tanpa dukungan, bimbingan, dan bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Barkah, S.E., M.Si. selaku Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura.
2. Ibu Nurul Bariyah, S.E., M.Si., Ph. D selaku Ketua Jurusan Ilmu ekonomi Studi Pembangunan.
3. Bapak Yanto, S.E., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Ekonomi Pembangunan.
4. Ibu Dr. Yarlina Yacoub, S.E., M.Si. selaku dosen pembimbing utama akademik yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dan solusi dalam pengerjaan Tugas Akhir penulis.
5. Ibu U. Sulia Sukmawati, M.E. selaku dosen penguji saat seminar proposal yang sudah memberikan penulis inspirasi dalam analisis pembahasan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Romi Suradi, S.E.I., M.E. selaku dosen penguji utama penulis pada saat ujian Tugas Akhir dan sudah memberikan arahan dan saran.
7. Bapak Faishol Luthfi, S.E., M.S.E.I. selaku dosen penguji kedua penulis pada saat ujian Tugas Akhir dan menjadi mitra diskusi penyusunan artikel, serta sudah memberikan saran.
8. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Ekonomi dan Bisnis yang telah memberikan banyak ilmu serta pengetahuan selama penulis menempuh perkuliahan di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura.
9. Seluruh Staf Akademik, Perpustakaan, dan Tata Usaha serta seluruh karyawan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura yang membantu dalam proses administrasi Tugas Akhir penulis.
10. Kepada kedua orang tua penulis, Bapak Timur Harsono, S.TP. dan Ibu Koryeti, S.Th., S.Pd., Tugas Akhir ini penulis persembahkan sepenuh hati. Terima kasih atas doa yang tidak pernah berhenti, kasih yang slelau ditunjukkan melalui dukungan dalam bentuk Word of Affirmation dan tentu saja finansial, serta mau menjadi tempat berdiskusi

terkait penelitian. Tanpa dukungan dan doa orang tua, penulis tidak akan sampai pada titik ini.

11. Kepada adik-adik terkasih penulis, Daniella Wijaya Timur dan Petra Wijaya Timur, terima kasih telah menjadi penyemangat dan sumber motivasi yang membuat penulis dapat bertahan selama proses perkuliahan.
12. Kepada Pak Pendeta Frans Rogi dan Istrinya Bu Jojor Putrini Sinaga sebagai orang tua Rohani saya yang telah memberikan dukungan dan kesempatan untuk tinggal dan belajar banyak bersama mereka.
13. Kepada sepupu-sepupu penulis yaitu Jourdi, Junilius, Josi, dan Exrisanti terima kasih atas kesetiaan dalam menemani penulis hingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
14. Kepada seluruh keluarga besar penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu, penulis mengucapkan terima kasih atas doa, dukungan, dan perhatian yang selalu mengiringi langkah penulis.
15. Kepada rekan-rekan UGD yaitu Hero, Aldi, Zainul, Ikbal, Nanda, Haikal, Anang, Rico, dan Rizqi, terima kasih atas kebersamaan, malam-malam panjang, dan tawa di tengah lelah dalam perjuangan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
16. Kepada saudara rohani penulis, @Our_Home13, Oki, Hero, Risma, Flo, Septia, Rima, Manda, Tiur, Beka, Wendy, Vera, dan Piki, terima kasih telah menghadirkan kebersamaan, canda, dan penguatan yang menghibur penulis di masa akhir semester.
17. Kepada KK Proskuneo, khususnya Sony Anderson selaku PKK, terima kasih atas perhatian, pendampingan, dan kesediaan menjadi tempat bertanya serta berbagi cerita dalam setiap proses perbaikan. Terima kasih juga kepada seluruh AKK yang telah dengan sabar mendengarkan keluh kesah penulis.
18. Kepada teman-teman “Numpang Mulu” yaitu bang Naufal, bang Nandi, bang Kun, bang Ali, dan bang Pirlo, terima kasih bantuan, kebersamaan, dan memberikan tempat yang selalu menerima ketika penulis sedang *down*.
19. Kepada squad cemerlang penulis, Anang, Jason, Mustafa, Haikal, Rico, Hero, terima kasih telah menghadirkan kebahagiaan melalui canda tawa dan cerita yang saling menguatkan.
20. Kepada seluruh kakak, abang, dan teman-teman KeMah Kristen, terima kasih atas kebersamaan, dukungan rohani, dan doa yang senantiasa menguatkan penulis selama menempuh perkuliahan.
21. Kepada seluruh teman seperjuangan Kelas B dan angkatan 2022, terima kasih atas kesan, pesan, motivasi, dan solidaritas yang menemani perjalanan perkuliahan penulis hingga titik akhir ini.
22. Kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih atas setiap bantuan, informasi, dan dukungan yang sangat berarti.
23. Terakhir terima kasih banyak kepada Netaneel Wijaya Timur, penulis Tugas Akhir ini. Terima kasih telah bertahan di tengah kelalaian, kesalahan, tantangan, dan keraguan. Terima kasih karena tidak pernah berhenti mencoba, meskipun keadaan sering kali terasa berat dan seolah memaksa untuk menyerah. Dari perjalanan ini, penulis belajar

untuk tetap setia dan berpengharapan, sebab rencana Tuhan selalu lebih besar dari apa yang dapat dipahami. Selamat melangkah ke perjalanan yang lebih panjang.

Ucapan terima kasih ini tidak akan cukup untuk menggambarkan betapa besar rasa syukur saya atas segala bantuan yang telah diberikan. Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan dan jasa-jasa Bapak/Ibu/Saudara sekalian.

Demikian yang dapat penulis sampaikan. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat menjadi langkah kecil yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan menjadi motivasi bagi penulis untuk terus belajar. Terima kasih atas segala doa, dukungan dan semangat yang telah diberikan.

PENGARUH PENDAPATAN, POLA KONSUMSI ENERGI, DAN POPULASI TERHADAP EMISI GAS KARBON DI NEGARA-NEGARA G20

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of per capita income (GDP), fossil energy consumption patterns, renewable energy consumption, and population size on carbon dioxide (CO_2) emissions in G20 countries. Employing a quantitative approach with the dynamic panel data regression method of Difference Generalized Method of Moments (FD-GMM), this research observes 19 countries and 1 regional member of the G20 over the 2013-2023 period. The results indicate that, partially, GDP per capita has a negative and significant effect on CO_2 emissions, which indicates the validity of the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis where increased welfare drives the creation of environmental efficiency. Fossil energy consumption and population growth are proven to have a positive and significant effect as the primary drivers of rising emissions. Conversely, renewable energy consumption has not yet shown a significant effect due to its small volume compared to the dominance of fossil energy. Simultaneously, all independent variables significantly affect changes in emission levels within the G20. This study recommends accelerating the energy transition through carbon tax policies and green technology subsidies tailored to the economic conditions of each country.

Keywords: Sustainable Development, Environmental Degradation, IPAT, CO_2 Emissions, G20

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pendapatan per kapita (PDB), pola konsumsi energi fosil, konsumsi energi terbarukan, dan jumlah populasi terhadap emisi karbon dioksida (CO_2) di negara-negara G20. Menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode regresi data panel dinamis *Difference Generalized Method of Moments* (FD-GMM), penelitian ini mengamati 19 negara dan 1 kawasan anggota G20 selama periode 2013-2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara parsial, PDB per kapita berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi CO_2, yang mengindikasikan berlakunya hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC) di mana peningkatan kesejahteraan mendorong terciptanya efisiensi lingkungan. Konsumsi energi fosil dan pertumbuhan populasi terbukti berpengaruh positif dan signifikan sebagai pendorong utama peningkatan emisi. Sebaliknya, konsumsi energi terbarukan belum memberikan pengaruh signifikan karena volumenya yang masih kecil dibandingkan dominasi energi fosil. Secara simultan, seluruh variabel independen berpengaruh signifikan terhadap perubahan tingkat emisi di G20. Penelitian ini merekomendasikan percepatan transisi energi melalui kebijakan pajak karbon dan subsidi teknologi hijau yang disesuaikan dengan kondisi ekonomi masing-masing negara.

PENGARUH PENDAPATAN, POLA KONSUMSI ENERGI, DAN POPULASI TERHADAP EMISI GAS KARBON DI NEGARA-NEGARA G20

Oleh: Netaneel Wijaya Timur

Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Tanjungpura

RINGKASAN

Latar Belakang

Perubahan iklim yang dipicu oleh akumulasi emisi karbon dioksida (CO_2) telah bertransformasi menjadi krisis global yang mengancam stabilitas lingkungan dan ekonomi dunia secara berkelanjutan. Kelompok negara G20 memiliki posisi sentral dalam dinamika ini karena menguasai 80% PDB dunia dan menyumbang proporsi emisi gas rumah kaca yang setara terhadap total global. Aktivitas industrialisasi yang masif serta gaya hidup intensif energi di negara-negara anggota G20, baik pada kelompok ekonomi maju maupun berkembang, menciptakan tekanan ekologis yang besar. Fenomena ini memicu perdebatan mengenai batas daya dukung lingkungan, di mana ambisi untuk terus memacu pertumbuhan ekonomi sering kali berbenturan dengan komitmen dekarbonisasi internasional sesuai Perjanjian Paris.

Kompleksitas hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan degradasi lingkungan di blok G20 menuntut analisis mendalam melalui kerangka teori *Impact, Population, Affluence, and Technology* (IPAT) dan hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC). Meskipun peningkatan pendapatan per kapita secara teoretis diharapkan mampu mendorong efisiensi melalui investasi teknologi hijau, realitas di lapangan menunjukkan bahwa ketergantungan absolut pada energi fosil dan laju pertumbuhan populasi tetap menjadi faktor pengganda (*multiplier effect*) yang mempercepat pelepasan emisi. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana negara-negara G20 dapat mencapai titik pemisahan (*decoupling*) antara kemakmuran ekonomi dan kerusakan lingkungan, serta mengidentifikasi faktor dominan yang menghambat efektivitas transisi energi bersih di tengah heterogenitas kondisi ekonomi anggota G20.

Rumusan Masalah

1. Apakah pendapatan per kapita berpengaruh terhadap emisi CO_2 di negara-negara G20?
2. Bagaimana pengaruh pendapatan per kapita terhadap emisi karbon di negara-negara anggota G20?
3. Bagaimana pengaruh konsumsi energi fosil emisi karbon di negara-negara anggota G20?

4. Bagaimana pengaruh konsumsi energi terbarukan terhadap emisi karbon di negara-negara anggota G20?
5. Bagaimana pengaruh populasi terhadap emisi karbon di negara-negara anggota G20?
6. Bagaimana pengaruh PDB per Kapita, konsumsi energi fosil, konsumsi energi terbarukan, dan populasi terhadap emisi karbon di negara-negara G20 secara keseluruhan?

Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh pendapatan per kapita terhadap emisi karbon di negara-negara anggota G20.
2. Menganalisis pengaruh konsumsi energi fosil terhadap emisi karbon di negara-negara anggota G20.
3. Menganalisis pengaruh konsumsi energi terbarukan terhadap emisi karbon di negara-negara anggota G20.
4. Menganalisis pengaruh jumlah populasi terhadap emisi karbon di negara-negara anggota G20.
5. Menjelaskan pengaruh PDB per Kapita, konsumsi energi fosil, konsumsi energi terbarukan, dan populasi terhadap emisi karbon di negara-negara G20 secara keseluruhan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain studi asosiatif kausal pada 19 negara dan 1 kawasan anggota G20 periode 2013-2023. Teknik analisis data yang diterapkan adalah regresi data panel dinamis dengan metode estimasi *System Generalized Method of Moments* (SYS-GMM) guna mengatasi masalah endogenitas. Validitas instrumen diuji melalui *Hansen J-Statistic* dan konsistensi model diverifikasi dengan Uji *Arellano-Bond* (AR2). Pengujian hipotesis dilakukan melalui uji signifikansi parsial (uji-t) dan pengujian simultan menggunakan Uji Wald (*Wald Chi-Squared Test*) untuk menilai keberlakuan model IPAT secara kolektif. Seluruh prosedur statistik dioperasikan menggunakan perangkat lunak EViews 13.

Hasil dan Pembahasan

Analisis statistik melalui estimasi SYS-GMM mengungkap bahwa Produk Domestik Bruto (PDB) per kapita memiliki pengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi CO_2 di negara-negara G20, yang secara empiris memvalidasi keberlakuan hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC). Temuan ini mengindikasikan bahwa kelompok negara G20 secara agregat telah melampaui fase kritis degradasi lingkungan (*turning point*), di mana peningkatan kesejahteraan finansial mulai mendorong pergeseran struktural ke arah efisiensi teknologi, penguatan regulasi lingkungan, dan transisi menuju sektor jasa. Namun, observasi grafis

menunjukkan adanya asimetri yang tajam; negara berkembang membentuk pola U-terbalik yang ideal, sementara negara maju justru menunjukkan anomali kurva berbentuk U. Hal ini membuktikan bahwa pada tingkat pendapatan ekstrem, efek skala (*scale effect*) dari konsumsi masyarakat yang masif tetap melampaui efek teknik dari inovasi hijau, sehingga total emisi karbon agregat kembali mengalami peningkatan.

Di sisi lain, konsumsi energi fosil dan jumlah populasi terbukti menjadi katalisator utama yang menggerakkan eskalasi emisi karbon secara positif dan sangat signifikan, mempertegas relevansi model IPAT/STIRPAT sebagai faktor skala (*scaling factor*). Dominasi absolut batu bara, minyak bumi, dan gas alam sebagai tulang punggung aktivitas manufaktur dan transportasi di ekonomi terbesar dunia mengakibatkan pelepasan emisi yang sulit dibendung, sementara pertumbuhan populasi secara konstan memperluas jejak karbon melalui lonjakan permintaan agregat harian. Kondisi ini diperburuk oleh temuan bahwa konsumsi energi terbarukan belum mampu memberikan kontribusi signifikan dalam mereduksi emisi secara statistik. Fenomena ini mengonfirmasi adanya efek *crowded out*, di mana volume pemanfaatan energi bersih saat ini masih terlampau kecil untuk mendisrupsi laju emisi global yang dihasilkan dari pembakaran energi konvensional yang masif.

Simpulan dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil pengujian simultan melalui Uji Wald, penelitian menyimpulkan bahwa PDB per kapita, energi fosil, energi terbarukan, dan populasi secara kolektif memengaruhi dinamika emisi karbon di G20. Secara parsial, validasi hipotesis EKC menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi mulai mendorong efisiensi lingkungan, namun ketergantungan struktural pada energi fosil dan beban demografi tetap menjadi hambatan utama dekarbonisasi. Guna memitigasi degradasi lingkungan, pemerintah G20 disarankan untuk mengimplementasikan kebijakan pajak karbon (*carbon tax*) yang kompetitif serta menghapus subsidi energi fosil secara bertahap (*phasing-out coal*). Peningkatan investasi infrastruktur teknologi hijau harus diintegrasikan dengan perencanaan tata ruang perkotaan yang efisien energi dan pengembangan transportasi publik berbasis listrik. Terakhir, peneliti selanjutnya diharapkan dapat memperluas instrumen analisis dengan memisahkan kelompok negara maju dan berkembang untuk menangkap dinamika asimetris kurva EKC secara lebih spesifik.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS DARI PLAGIAT ii
PERTANGGUNGJAWABAN TUGAS AKHIR iii
LEMBAR YURIDIS iv
UCAPAN TERIMAKASIH v
ABSTRAK viii
RINGKASAN ix
DAFTAR ISI xii
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR TABEL xvi
1. PENDAHULUAN 2
2. KAJIAN LITERATUR 7
2.1 Emisi Karbon Dioksida (CO_2) 7
2.2 Teori IPAT (Impact, Population, Affluence, Technology) 7
2.3 Teori Environmental Kuznets Curve (EKC) 8
2.4 Pendapatan per Kapita 9
2.5 Konsumsi Energi Fosil 9
2.6 Konsumsi Energi Terbarukan 10
2.7 Populasi 10
2.8 Tinjauan Empiris 11
2.9 Kerangka Konseptual dan Hipotesis Penelitian 13
2.9.1 Kerangka Konseptual 13
2.9.2 Hipotesis Penelitian 14
3. METODE PENELITIAN 14
3.1 Bentuk, Tempat, dan Waktu Penelitian 14

3.2 Jenis dan Sumber Data 15
3.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional 15
3.4. Model dan Metode Analisis Data 17
3.4.1 Regresi Data Panel Dinamis 17
3.4.2 Kerangka Teoritis Model Ekonometrika 17
3.4.3 Spesifikasi Model Ekonometrika 18
3.4.4 Uji Statistik Deskriptif 18
3.4.5 Metode Estimasi: *Generalized Method of Moments* (GMM) 18
3.4.6 Uji Spesifikasi Model Panel Dinamis 19
3.4.7 Uji Hipotesis 20
3.4.8 Analisis Tren Environmental Kuznets Curve (EKC) 21
4. HASIL DAN PEMBAHASAN 21
4.1 Hasil Penelitian 21
4.1.1 Hasil Statistik Deskriptif 21
4.1.2 Uji Kelayakan Dinamis 22
4.1.3 Uji Hipotesis 24
4.1.4 Analisis Tren Environmental Kuznets Curve (EKC) 25
4.2 Pembahasan 26
4.2.1 Pengaruh Produk Domestik Bruto per Kapita terhadap Emisi Karbon Dioksida 27
4.2.2 Pengaruh Konsumsi Energi Fosil Terhadap Emisi Karbon Dioksida 27
4.2.3 Pengaruh Konsumsi Energi Terbarukan Terhadap Emisi Karbon Dioksida 28
4.2.4 Pengaruh Populasi Terhadap Emisi Karbon Dioksida 28
5. SIMPULAN DAN REKOMENDASI 29
5.1 Simpulan 29
5.2 Rekomendasi 30
DAFTAR RUJUKAN 30

LAMPIRAN 1 37
LAMPIRAN 2 43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Anomali Suhu Permukaan Daratan dan Lautan Periode 1880-2020 1

Gambar 1.2 Emisi CO_2 per Kapita Tahun 1750-2023 2

Gambar 1.3 Konsumsi Energi Fosil Tahun 1965-2024 4

Gambar 2.1 Kerangka Konseptual 14

Gambar 4.1 Tren PDB Per Kapita dan Emisi Karbon Dioksida dari Negara-Negara *Emerging Markets* di Kelompok Negara G20 28

Gambar 4.2 Tren PDB Per Kapita dan Emisi Karbon Dioksida dari Negara-Negara *Advanced Economies* di Kelompok Negara G20 28

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variabel Penelitian, Definisi, dan Sumber Data 17
Tabel 4.1 Statistik Deskriptif..... 23
Tabel 4.2 Uji Normalitas (Jarque-bera test) 23
Tabel 4.3 Uji Validitas Instrumen (Hansen J-Statistic) 24
Tabel 4.4 Uji Konsistensi Arellano-Bond 25
Tabel 4.5 Uji Ketidakbiasan Koefisien Lag 25
Tabel 4.6 Pengaruh Variabel Independen terhadap Emisi Karbon Dioksida 26

PENGARUH PENDAPATAN, POLA KONSUMSI ENERGI, DAN POPULASI TERHADAP EMISI GAS KARBON DI NEGARA-NEGARA G20

Netaneel Wijaya Timur
Universitas Tanjungpura, Indonesia

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of per capita income (GDP), fossil energy consumption patterns, renewable energy consumption, and population size on carbon dioxide (CO_2) emissions in G20 countries. Employing a quantitative approach with the dynamic panel data regression method of Difference Generalized Method of Moments (FD-GMM), this research observes 19 countries and 1 regional member of the G20 over the 2013-2023 period. The results indicate that, partially, GDP per capita has a negative and significant effect on CO_2 emissions, which indicates the validity of the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis where increased welfare drives the creation of environmental efficiency. Fossil energy consumption and population growth are proven to have a positive and significant effect as the primary drivers of rising emissions. Conversely, renewable energy consumption has not yet shown a significant effect due to its small volume compared to the dominance of fossil energy. Simultaneously, all independent variables significantly affect changes in emission levels within the G20. This study recommends accelerating the energy transition through carbon tax policies and green technology subsidies tailored to the economic conditions of each country.

Keywords: Sustainable Development, Environmental Degradation, IPAT, CO_2 Emissions, G20

ABSTRAK

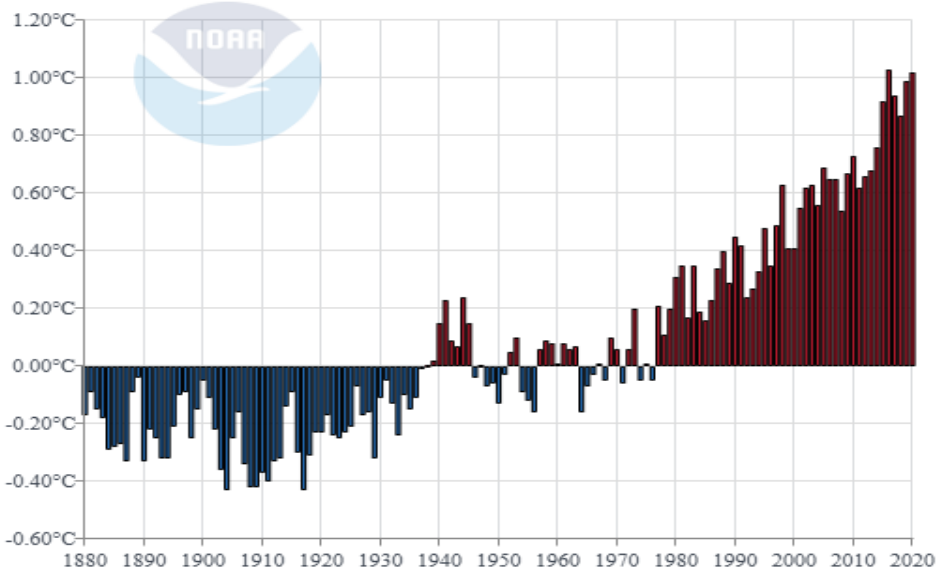
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pendapatan per kapita (PDB), pola konsumsi energi fosil, konsumsi energi terbarukan, dan jumlah populasi terhadap emisi karbon dioksida (CO_2) di negara-negara G20. Menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode regresi data panel dinamis *Difference Generalized Method of Moments* (FD-GMM), penelitian ini mengamati 19 negara dan 1 kawasan anggota G20 selama periode 2013-2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara parsial, PDB per kapita berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi CO_2, yang mengindikasikan berlakunya hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC) di mana peningkatan kesejahteraan mendorong terciptanya efisiensi lingkungan. Konsumsi energi fosil dan pertumbuhan populasi terbukti berpengaruh positif dan signifikan sebagai pendorong utama peningkatan emisi. Sebaliknya, konsumsi energi terbarukan belum memberikan pengaruh signifikan karena volumenya yang masih kecil dibandingkan dominasi energi fosil. Secara simultan, seluruh variabel independen berpengaruh signifikan terhadap perubahan tingkat emisi di G20. Penelitian ini merekomendasikan percepatan transisi energi melalui kebijakan pajak karbon dan subsidi teknologi hijau yang disesuaikan dengan kondisi ekonomi masing-masing negara.

Kata Kunci: Pembangunan Berkelanjutan, Degradasi Lingkungan, IPAT, Emisi CO_2, G20.

netaneelwijaya@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim akibat akumulasi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer kini menjadi ancaman global yang sangat serius bagi kelangsungan hidup manusia (Gilbert E, 2019). GRK, baik yang bersifat alami maupun antropogenik, bekerja dengan menyerap serta memancarkan kembali radiasi inframerah (lindungihutan, 2020). Saat ini, karbon dioksida (CO_2) menjadi kontributor utama karena menyumbang tiga perempat dari total emisi global dunia (WMO, 2019). Untuk mencegah bencana iklim berskala besar, Perjanjian Paris 2015 menyepakati ambang batas kenaikan suhu 1,5°C dari era pra-industri, meski laporan terbaru memperingatkan bahwa pemanasan global kini telah mencapai batas toleransi tersebut (IPCC, 2022).



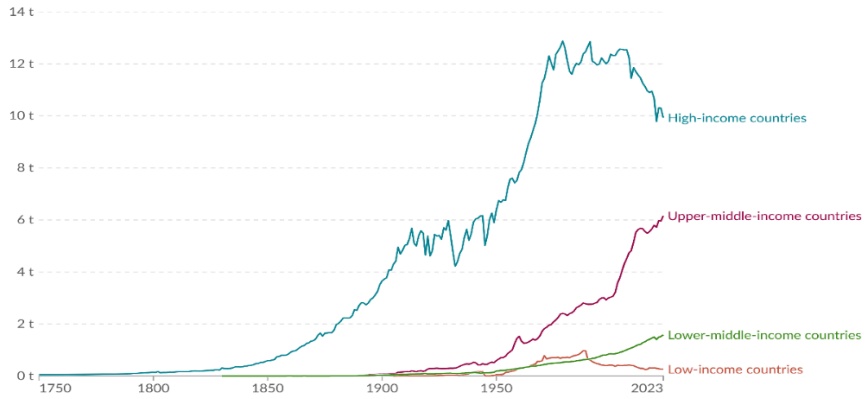
Sumber: *National Centers for Environmental Information, 2023*

Gambar 1.1 Anomali Suhu Permukaan Daratan dan Lautan Periode 1880-2020 (C°).

Berdasarkan data dari *National Centers for Environmental Information* pada Gambar 1.1, suhu rata-rata bumi terus berubah dari dekade ke dekade. Data anomali suhu global dari *National Oceanic and Atmospheric Administrations* (NOAA) menunjukkan pada periode awal (1880–1940), suhu bumi umumnya berada di bawah rata-rata historis yang ditandai dengan dominasi batang biru, namun pola ini mulai bergeser secara bertahap di pertengahan abad ke-20. Mulai akhir tahun 1970-an, terjadi perubahan drastis berupa lonjakan suhu yang konsisten dan semakin tajam, di mana batang merah mendominasi sepenuhnya tanpa ada lagi penurunan ke zona negatif. Tren ini memuncak secara ekstrim pada dekade terakhir (2010–2020), dengan anomali suhu yang menembus angka 1,00°C di atas rata-rata, mengindikasikan bahwa bumi sedang mengalami percepatan pemanasan global yang belum pernah terjadi sebelumnya.

Emisi gas karbon merupakan pemicu utama perubahan iklim yang berdampak luas pada lingkungan, kesehatan masyarakat, dan perekonomian (Qotrunnada & Salsabila, 2022).

Konsekuensi negatif tersebut mencakup penurunan kualitas hidup hingga gangguan aktivitas ekonomi global secara berkelanjutan (Aisyah et al., 2020). Mengingat udara adalah barang publik, peningkatan emisi dan pemanasan global menciptakan eksternalitas negatif yang memerlukan upaya kolektif lintas negara, bukan sekadar penanganan individu (Ratnawati, 2016). Peran strategis dalam menekan laju perubahan iklim berada pada kelompok G20 yang merepresentasikan 80% PDB, 75% ekspor, dan 60% populasi dunia (Kemlu, 2022). Hal ini dikarenakan aktivitas ekonomi negara-negara G20 berkontribusi terhadap 80% emisi GRK global, dengan mayoritas berupa emisi CO_2 terkait energi (OECD, 2019). Meskipun pertumbuhan ekonomi mampu meningkatkan standar hidup, fenomena tersebut sekaligus memicu degradasi lingkungan yang signifikan.



Sumber: *Our World in Data, 2025*

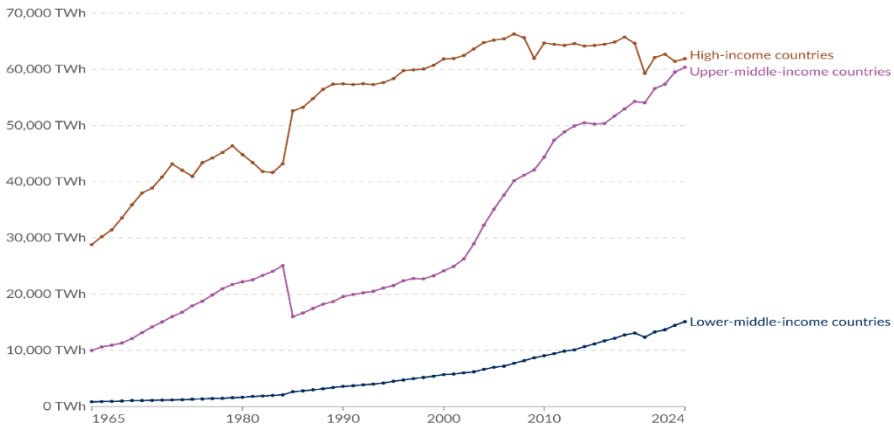
Gambar 1.2. Emisi CO_2 per Kapita Tahun 1750-2023.

Berdasarkan Gambar 1.2 yang menampilkan emisi CO_2 per kapita periode 1750–2023, terlihat bahwa negara *high-income* sejak awal industrialisasi memiliki emisi per kapita paling tinggi, meningkat pesat pada abad ke-20, lalu menurun dalam dua dekade terakhir meskipun masih di level tertinggi. Negara *upper-middle-income* mulai mengalami lonjakan signifikan sejak 1990-an seiring industrialisasi dan urbanisasi, sementara *lower-middle-income* meningkat perlahan dan *low-income* tetap sangat rendah sepanjang periode pengamatan. Pola ini menunjukkan adanya hubungan erat antara pendapatan dan emisi karbon, yaitu semakin tinggi pendapatan, maka semakin besar gaya hidup intensif energi, sehingga emisi CO_2 per kapita juga meningkat (Vigna et al., 2021). Namun, tren terbaru di negara maju memperlihatkan penurunan emisi per kapita yang menandakan adanya upaya transisi energi dan efisiensi, sementara negara berkembang masih berada pada jalur peningkatan emisi seiring pertumbuhan ekonominya.

Hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan lingkungan mulai menjadi perhatian serius sejak 1950-an, dengan pandangan awal bahwa aktivitas ekonomi berdampak buruk bagi alam (Ehrlich & Holdren, 1971). Argumen mengenai keterbatasan pertumbuhan ini diperkuat melalui teori mengenai ambang batas daya dukung lingkungan global (Meadows et al., 1972).

Memasuki era 1980-an, muncul sudut pandang yang lebih optimis melalui pengenalan konsep pembangunan berkelanjutan (Brundtland, 1987). Titik balik perdebatan ini terjadi saat diperkenalkannya hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC) yang mengubah cara pandang terhadap dampak ekonomi (Grossman & Krueger, 1994). Hipotesis tersebut mengadopsi pola hubungan pendapatan dan ketimpangan yang membentuk kurva U terbalik (Kuznets, 1955). Teori EKC ini sangat relevan bagi kelompok G20 karena adanya perbedaan tingkat kerusakan lingkungan antara anggota negara maju dan berkembang. Dalam perkembangannya, kenaikan pendapatan sering kali memicu lonjakan emisi karbon akibat konsumsi energi yang masif (Nguyen, 2019). Hal tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi yang pesat dapat mempercepat laju degradasi lingkungan (Onofrei et al., 2022). Meskipun demikian, hubungan positif antara pendapatan dan emisi karbon ditemukan tidak terjadi secara universal di seluruh negara (Anwarya, 2022). Pada akhirnya, dampak ekonomi terhadap lingkungan sangat bergantung pada faktor pendukung seperti transisi jenis energi yang dikonsumsi (Caron & Fally, 2018).

Tingginya PDB per kapita dan laju pertumbuhan ekonomi di suatu negara biasanya diikuti oleh tingginya konsumsi energi (Tsandra et al., 2023). Jika energi yang digunakan sebagian besar berasal dari fosil, maka emisi CO_2 juga cenderung meningkat. Berdasarkan data pada Gambar 1.3, terlihat perbedaan pola konsumsi energi fosil antara negara dengan pendapatan tinggi, menengah atas, dan menengah bawah. Negara berpendapatan tinggi mengonsumsi energi fosil jauh lebih besar dibandingkan negara berpendapatan menengah, sehingga emisi CO_2 per kapitanya juga lebih tinggi.



Sumber: *Our World in Data, 2025*

Gambar 1.3. Konsumsi Energi Fosil Tahun 1965-2024.

Ketergantungan pada energi fosil sebagai tulang punggung ekonomi global kini menjadi pemicu utama kenaikan konsentrasi CO_2 di atmosfer (Deng et al., 2023). Di negara-negara berkembang, konsumsi energi non-terbarukan sering kali diprioritaskan sebagai mesin utama pendorong pertumbuhan ekonomi (Anser et al., 2020). Sektor industri di wilayah tersebut cenderung mengadopsi teknologi berpolusi tinggi demi menjaga biaya produksi agar tetap rendah (Guedie et al., 2022). Khusus pada kelompok negara penghasil emisi terbesar

seperti anggota G20, konsumsi energi secara agregat memiliki korelasi positif yang signifikan terhadap emisi CO_2 dalam jangka panjang (Sharif et al., 2023). Realitas ini menciptakan dilema kebijakan bagi negara G20, di mana upaya mengejar target pertumbuhan ekonomi sering kali berbenturan dengan komitmen dekarbonisasi yang memerlukan investasi teknologi tinggi dan biaya transisi yang mahal.

Variasi dampak lingkungan sangat bergantung pada jenis energi yang digunakan, di mana batu bara tercatat sebagai sumber polusi paling dominan dibandingkan minyak dan gas (Ugur et al., 2022). Secara spesifik, konsumsi batu bara dan minyak terbukti memiliki hubungan positif yang kuat terhadap peningkatan emisi karbon global (Keerthana et al., 2023). Fenomena ini juga dapat terjadi secara tidak langsung, di mana penggunaan bahan bakar fosil memicu pertumbuhan ekonomi yang pada akhirnya meningkatkan emisi (Otim et al., 2023). Oleh karena itu, strategi *decoupling* atau pemisahan antara pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi fosil menjadi sangat penting bagi keberlanjutan lingkungan global. Tanpa adanya efisiensi energi yang signifikan dan peralihan ke sumber terbarukan, akselerasi ekonomi G20 hanya akan mempercepat laju kerusakan lingkungan yang sulit untuk dipulihkan di masa depan.

Pergeseran paradigma menuju energi terbarukan (RES) menjadi solusi krusial dalam mitigasi perubahan iklim karena rendahnya emisi yang dihasilkan selama operasional (Petruška et al., 2022). Temuan empiris menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi energi terbarukan berperan signifikan dalam menekan emisi CO_2 secara global. Hal ini terbukti dalam studi pada 53 negara berkembang yang mengonfirmasi efektivitas energi hijau dalam mereduksi jejak karbon (Turedi & Turedi, 2021). Dampak positif ini juga mulai teramati di Indonesia, di mana penggunaan energi bersih berkontribusi pada penurunan emisi dalam jangka pendek (Puspita & Setiawan, 2025). Selain aspek lingkungan, transisi energi turut mendorong ketahanan energi nasional serta penciptaan lapangan kerja baru di sektor hijau (Rahmandani & Sukmana, 2023). Secara manajerial, transisi ini bukan sekadar pilihan ekologis, melainkan investasi strategis untuk meningkatkan daya saing ekonomi di tengah tuntutan pasar global yang kini semakin memprioritaskan standar keberlanjutan.

Namun, adopsi energi bersih di negara berkembang masih terhambat oleh keterbatasan teknologi dan tantangan distribusi fasilitas bagi penduduk (Alimah et al., 2024). Di Indonesia, dominasi energi fosil yang masih kuat menyebabkan dampak energi terbarukan dalam jangka panjang belum terlihat signifikan secara statistik (Puspita & Setiawan, 2025). Kondisi tersebut menuntut adanya intervensi kebijakan yang lebih agresif melalui penguatan infrastruktur dan regulasi yang ketat terhadap sektor penghasil emisi (Siregar & Hasbi, 2023). Penyelarasan kebijakan energi dengan agenda *Sustainable Development Goals* (SDGs) 2030 merupakan langkah strategis yang kini diadopsi oleh negara-negara anggota G20 untuk memitigasi dampak perubahan iklim. Fokus pada tujuan ke-7 mengenai energi bersih dan terjangkau serta tujuan ke-13 terkait penanganan perubahan iklim mendorong percepatan investasi pada teknologi hijau sebagai substitusi atas ketergantungan pada sumber daya ekstraktif. Sebagaimana dijelaskan oleh Siregar & Hasbi (2023), hambatan struktural dalam transisi

energi sering kali berasal dari sistem produksi yang belum sepenuhnya mampu melepaskan diri dari penggunaan energi konvensional di berbagai sektor industri. Keberhasilan transformasi ini menjadi prasyarat penting bagi negara-negara penyumbang emisi besar untuk dapat mencapai titik balik dalam kurva lingkungan guna memastikan pertumbuhan ekonomi tidak lagi beriringan dengan peningkatan polusi (Antari et al., 2025).

Faktor demografi turut memperumit masalah, di mana ledakan populasi secara linear memicu peningkatan aktivitas yang berujung pada lonjakan emisi karbon (Prinadi et al., 2022). Tekanan penduduk terhadap lingkungan ini memaksa pemanfaatan sumber daya alam yang masif demi memenuhi kebutuhan barang dan jasa (Yani et al., 2023). Sayangnya, ambisi pertumbuhan ekonomi sering kali mengesampingkan aspek kelestarian alam demi mencapai keuntungan finansial jangka pendek (Islam et al., 2017). Tantangan besar bagi pemerintah adalah bagaimana menyinkronkan manajemen kependudukan dengan efisiensi energi agar pertumbuhan populasi tidak menjadi beban ekologis, melainkan motor penggerak ekonomi yang rendah karbon.

Kerangka *Impact = Population, Affluence, and Technology* (IPAT) menegaskan bahwa pertumbuhan populasi memegang peran sentral dalam meningkatkan tekanan emisi karbon dioksida (Ehrlich & Holdren, 1971). Data menunjukkan bahwa populasi tetap menjadi determinan utama kenaikan emisi global selama tiga dekade terakhir, meskipun kontribusinya bervariasi antar kelompok pendapatan (Tamburino et al., 2023). Peningkatan jumlah penduduk ini berdampak signifikan terhadap lonjakan emisi CO_2, khususnya di wilayah berkembang seperti Asia Tenggara (Antari et al., 2025). Meskipun faktor demografi berkontribusi besar, pertumbuhan ekonomi tetap menjadi variabel dominan dalam memicu degradasi lingkungan di negara-negara penyumbang emisi terbesar (Yulong et al., 2019). Berbagai literatur secara konsisten mengonfirmasi adanya korelasi positif yang kuat antara ekspansi ekonomi dengan peningkatan emisi karbon (Anser et al., 2020). Hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC) kemudian menawarkan prediksi spesifik mengenai hubungan non-linear berbentuk U terbalik antara tingkat pendapatan dan dampak lingkungan tersebut (Grossman & Krueger, 1994). Namun, integrasi komprehensif antara model IPAT dan EKC pada kelompok G20 yang heterogen masih sangat terbatas, sehingga menciptakan celah penelitian yang krusial untuk ditelusuri lebih lanjut. Pertanyaannya, apakah negara-negara di G20 benar-benar bisa mencapai titik di mana mereka tetap makmur namun emisinya mulai menurun?

Isu ini menjadi sangat penting karena G20 mewakili 80% ekonomi sekaligus emisi dunia, sehingga langkah mereka akan menentukan nasib iklim global. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana pengaruh pendapatan, energi fosil, energi terbarukan, dan populasi terhadap emisi di negara-negara G20. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, saya menggunakan data terbaru dari *World Bank* tahun 2013-2022 guna melengkapi kekurangan pada studi-studi sebelumnya. Kajian ini berusaha mengisi celah teori mengenai perbedaan pola emisi antara kelompok negara maju dan negara berkembang di dalam anggota G20. Secara praktis, hasilnya diharapkan bisa menjadi dasar kebijakan yang adil agar ekonomi tetap tumbuh tanpa harus memperparah kerusakan lingkungan.