

**KETERKAITAN DAN PENGARUH *DRIVING FORCE* DARI
POPULASI, KEMAKMURAN, DAN TEKNOLOGI TERHADAP
EMISI KARBON DI NEGARA-NEGARA G20 TAHUN 1990-2019
DENGAN MODEL STIRPAT**

WAHYU DEDE KUSUMA



**ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul “Keterkaitan dan Pengaruh *Driving Force* dari Populasi, Kemakmuran, dan Teknologi Terhadap Emisi Karbon di Negara-negara G20 Tahun 1990-2019 dengan Model STIRPAT” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Wahyu Dede Kusuma

NIM P0502202060

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

WAHYU DEDE KUSUMA. Keterkaitan dan Pengaruh *Driving Force* dari Populasi, Kemakmuran, dan Teknologi Terhadap Emisi Karbon di Negara-negara G20 Tahun 1990-2019 dengan Model STIRPAT. Dibimbing oleh PERDINAN dan LUKYTAWATI ANGGRAENI.

Negara-negara G20 secara keseluruhan memiliki dominasi yang besar di dunia. Dominasi besar ini ditunjukkan dari beberapa indikasi diantaranya PDB 82,7% dari total PDB dunia, populasi 61,7% dari total penduduk dunia, serta ekspor maupun impor 73,0% dari ekspor maupun impor dunia. Dari sisi lingkungan, negara-negara G20 juga menjadi kontributor terbesar dalam menghasilkan emisi karbon. Dari data *World Development Indicators* World Bank, negara-negara G20 pada tahun 2019 menyumbang sekitar 28,1 juta ton atau sekitar 81,8% dari total emisi karbon keseluruhan.

Fakta di atas menjadi *trigger* untuk melakukan penelitian ini dengan tujuan mengetahui keterkaitan dan pengaruh *driving force* dari populasi, kemakmuran, dan teknologi terhadap emisi karbon di negara-negara G20 dan tinjauan khusus Indonesia dengan menggunakan permodelan *stochastic impacts by regression on population, affluence and technology* (STIRPAT). Data yang digunakan berasal dari *World Resources Institute* (WRI) dan *World Development Indicators* World Bank yaitu dengan 19 negara anggota G20 tahun 1990-2019.

Analisis dilakukan menggunakan statistik deskriptif dengan metode klusterisasi (*scatter plot* dan rerata), *compound annual rate of growth/CARG*, dan *Panel Vector Autoregression* (metode PVAR). Hasil pengujian untuk G20 dan Indonesia menunjukkan bahwa data stasioner pada *first difference* dan terkointegrasi sehingga estimasi dilakukan dengan *Vector Error Correction Model*.

Hasil estimasi menunjukkan bahwa (1) Pada G20 variabel yang berpengaruh signifikan terhadap emisi karbon adalah populasi, PDB perkapita, dan energi baru terbarukan. (2) kasus Indonesia yang signifikan berpengaruh adalah variabel populasi, urbanisasi, dan PDB perkapita. Arah hubungan antara *driving force* dan emisi karbon sangat variatif selaras dengan beberapa penelitian terdahulu.

Hasil estimasi *Impulse Response Function* (IRF) menunjukkan bahwa guncangan yang terjadi pada variabel independen direspon oleh emisi karbon berupa gejala di jangka pendek. Gejala tersebut mulai stabil pada titik tertentu pada jangka menengah. Adapun estimasi *variance decomposition* menunjukkan bahwa porsi pengaruh emisi karbon pada negara-negara G20 dari performa karbon tahun sebelumnya lambat laun akan berkurang seiring naiknya pengaruh variabel populasi dan PDB perkapita. Adapun pada kasus Indonesia, urbanisasi dan PDB perkapita yang diprediksi berpengaruh besar di masa datang.

Kata kunci: emisi karbon; populasi; urbanisasi; PDB perkapita; energi baru terbarukan; VECM, *impulse response function*, dan *variance decomposition*.

SUMMARY

WAHYU DEDE KUSUMA. The Linkages and Impact of Driving Force from Population, Affluence, and Technology on Carbon Emissions in G20 Countries 1990-2019 with the STIRPAT Model. Supervised by PERDINAN and LUKYTAWATI ANGGRAENI.

The G20 countries have great domination in the world. This large domination is shown by several indications, including 82.7% of the world's total GDP, 61.7% of the world's total population, and exports and imports of 73.0% of world exports and imports. From an environmental perspective, G20 countries are also the largest contributors to carbon emissions. From data from the World Bank's World Development Indicators, G20 countries in 2019 contributed around 28.1 million tons of carbon emissions or around 81.8% of the total emissions.

That facts were the trigger for conducting this research with the aim of knowing the relationship and driving force influence of population, affluence, and technology on carbon emissions in G20 countries and a special review of Indonesia using stochastic impacts by regression on population, influence and technology modeling (STIRPAT). The data used comes from the World Resources Institute (WRI) and the World Bank's World Development Indicators, namely with 19 G20 member countries from 1990-2019.

Analysis was carried out using descriptive statistics with the clusterization method (scatter plot and average), compound annual rate of growth/CARG, and Panel Vector Autoregression (PVAR method). The test results for the G20 and Indonesia show that the data is stationary in the first difference and is cointegrated so that estimates are carried out using the Vector Error Correction Model.

The estimation results show that (1) In the G20 the variables that have a significant influence on carbon emissions are population, GDP per capita, and new renewable energy. (2) In the Indonesian case, the variables that have a significant influence are population, urbanization, and GDP per capita. The direction of the relationship between driving force and carbon emissions varies in line with several previous studies.

The Impulse Response Function (IRF) estimation results show that shocks that occur in the independent variable are responded to by the carbon emission variable in the form of short-term fluctuations. The volatility begins to stabilize at a certain point in the medium term. The variance decomposition estimate shows that the portion of the influence of carbon emissions from the previous year's carbon performance will gradually decrease as the influence of increasing impact on variables of population and GDP per capita. In the case of Indonesia, urbanization and GDP per capita are predicted to have a major influence in the future.

Keywords: carbon emissions; population; urbanization; GDP per capita; renewable energy; VECM, Impulse Response Function, and variance decomposition.



© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2024

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



KETERKAITAN DAN PENGARUH *DRIVING FORCE* DARI POPULASI, KEMAKMURAN, DAN TEKNOLOGI TERHADAP EMISI KARBON DI NEGARA-NEGARA G20 TAHUN 1990-2019 DENGAN MODEL STIRPAT

WAHYU DEDE KUSUMA

Tesis ini
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan

**ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Penguji luar komisi pada ujian tesis: Prof. Dr. Efi Yuliati Yovi, S.Hut., M.Life.Env.Sc

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tesis :Keterkaitan dan Pengaruh Driving Force dari Populasi, Kemakmuran, dan Teknologi Terhadap Emisi Karbon di Negara-negara G20 Tahun 1990-2019 dengan Model STIRPAT

Nama : Wahyu Dede Kusuma

NIM : P0502202060

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Perdinan S.Si., M.Nat Res.Econ., Ph.D



Pembimbing 2:
Lukyrawati Anggraeni, SP, M.Si, Ph.D



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Hadi Susilo Arifin, MS
NIP 19591106 198501 1 001



Dekan Sekolah Pascasarjana:
Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.F.Trop.
NIP 19700329 199608 1 001



Tanggal Seminar Hasil: 27 Juni 2024

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tesis ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini adalah Keterkaitan dan Pengaruh *Driving Force* dari Populasi, Kemakmuran, dan Teknologi terhadap Emisi Karbon di Negara-negara G20 Tahun 1990-2019 dengan Model STIRPAT.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Perdinan S.Si., M.Nat Res.Econ., Ph.D dan Ibu Lukyutawati Anggraeni, SP, M.Si, Ph.D selaku pembimbing, serta Bapak Prof. Dr. Ir. Hadi Susilo Arifin, MS. sebagai Ketua Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumber daya Alam dan Lingkungan. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.F.Trop. selaku Dekan Sekolah Pascasarjana. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, istri, anak-anak, seluruh keluarga, dan Prodi PSL IPB atas segala doa dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Agustus 2024

Wahyu Dede Kusuma

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Model <i>Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence And Technology</i> (STIRPAT)	5
2.1.1 Populasi	6
2.1.2 Urbanisasi	7
2.1.3 Produk Domestik Bruto (PDB) perkapita	8
2.1.4 Energi terbarukan	9
2.1.5 Emisi karbon	9
2.1.6 Hubungan Populasi dan Urbanisasi dengan Emisi Karbon	10
2.1.7 Hubungan PDB perkapita dengan Emisi Karbon	11
2.1.8 Hubungan Energi Terbarukan dan Emisi Karbon	12
2.2 <i>Literature Review</i> Penelitian Terdahulu	12
3. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Jenis dan Sumber Data	18
3.2 Prosedur Analisis Data	18
3.3 Model Penelitian	23
3.4 Kerangka Penelitian	25
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Analisis Deskriptif Proporsi, Pertumbuhan, dan Kluster	27
4.1.1 Analisis Deskriptif Proporsi	27
4.1.2 Analisis Deskriptif Pertumbuhan	31
4.1.3 Analisis Deskriptif Kluster	33
4.2 Analisis Ekonometrika	36
4.2.1 Hasil Pengujian dan Estimasi Negara-negara G20	36
4.2.1.1 Hasil Uji Stasioneritas	36
4.2.1.2 Hasil Uji Stabilitas Model	36
4.2.1.3 Hasil Uji Lag Optimum	37
4.2.1.4 Hasil Uji Kointegrasi	38
4.2.1.5 Hasil Uji Granger Causality	38
4.2.1.6 Hasil Estimasi VECM	39
4.2.1.7 Analisis <i>Impulse Response Function</i> (IRF)	41
4.2.1.8 Analisis <i>Forecast Error Variance Decomposition</i> (FEVD)	41
4.2.2 Tinjauan Khusus Kasus Indonesia	42
4.3 Elaborasi Temuan dan Implikasi Kebijakan	47
5. SIMPULAN DAN SARAN	51

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

51
51
53
57
88

5.1	Simpulan	51
5.2	Saran	51
4.	DAFTAR PUSTAKA	53
5.	LAMPIRAN	57
6.	RIWAYAT HIDUP	88

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University

Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

DAFTAR TABEL

2.1	<i>Literature Review</i> Penelitian Terdahulu	13
3.1	Deskripsi Variabel	24
3.2	Hubungan Variabel yang Diobservasi	25
4.1	Nilai dan Komposisi Produk Domestik Bruto Negara-negara G20 Tahun 1990 dan 2019 dalam Miliar Dolar (Persen dari Total PDB Dunia)	28
4.2	Nilai dan Komposisi Populasi Penduduk Negara-negara G20 Tahun 1990 dan 2019 dalam Miliar Jiwa (Persen dari Total Penduduk Dunia)	29
4.3	Nilai dan Komposisi Emisi Karbon Negara-negara G20 Tahun 1990-2019 dalam Miliar Dolar (Persen dari Total Emisi Karbon Dunia)	30
4.4	Hasil Uji Stasioneritas (G20)	36
4.5	Nilai <i>Modulus Roots of Characteristic Polynomial</i> (G20)	36
4.6	Pemilihan Lag Optimum (G20)	37
4.7	Hasil Uji Kointegrasi (G20)	38
4.8	Hasil Uji <i>Granger Causality</i> (G20)	38
4.9	Estimasi Perhitungan VECM hubungan Jangka Panjang (G20)	39
4.10	Estimasi Perhitungan VECM hubungan Jangka Pendek (G20)	40
4.11	Hasil Uji Stasioneritas (Indonesia)	42
4.12	Nilai <i>Modulus Roots of Characteristic Polynomial</i> (Indonesia)	43
4.13	Pemilihan Lag Optimum (Indonesia)	44
4.14	Hasil Uji Kointegrasi (Indonesia)	44
4.15	Hasil Uji <i>Granger Causality</i> (Indonesia)	45
4.16	Estimasi Perhitungan VECM (Indonesia)	45

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR GAMBAR

3.1	Jenis Metode VAR	20
3.2	Kerangka Pikir Penelitian	26
4.1	Produk Domestik Bruto Negara-negara G20 Tahun 1990 dan 2019 dalam Miliar Dolar (Persen dari Total PDB Dunia)	27
4.2	Jumlah Populasi Penduduk Negara-negara G20 Tahun 1990 dan 2019 dalam Miliar Jiwa (Persen dari Total Penduduk Dunia)	28
4.3	Komposisi Emisi Karbon Negara-negara G20 Tahun 1990 dan 2019 (Persen dari Total Emisi Karbon dunia)	29
4.4	Pertumbuhan Emisi Karbon Negara-negara G20 Tahun 1990-2019 (Persen dari Total Emisi Karbon Dunia)	30
4.5	Perkembangan Populasi dan GARC 1990-2019	31
4.6	Perkembangan Urbanisasi dan GARC 1990-2019	31
4.7	Perkembangan PDB perkapita dan GARC 1990-2019	32
4.8	Perkembangan Energi Baru Terbarukan dan GARC 1990-2019	32
4.9	Perkembangan Emisi Karbon dan GARC 1990-2019	33
4.10	Kluster Populasi dan Emisi Negara-negara G20 tahun 1990 dan 2019	33
4.11	Kluster Urbanisasi dan Emisi Negara-negara G20 tahun 1990 dan 2019	34
4.12	Kluster PDB Perkapita dan Emisi Negara-negara G20 tahun 1990 dan 2019	35
4.13	Kluster Energi Baru Terbarukan dan Emisi Negara-negara G20 tahun 1990 dan 2019	35
4.14	<i>Inverse Roots of Characteristic Polynomial (G20)</i>	37
4.15	Hasil Estimasi <i>Impulse Response Function/IRF (G20)</i>	41
4.16	Hasil Estimasi <i>Variance Decomposition (G20)</i>	42
4.17	<i>Inverse Roots of Characteristic Polynomial (Indonesia)</i>	43
4.18	Hasil Estimasi <i>Impulse Response Function/IRF (Indonesia)</i>	46
4.19	Hasil Estimasi <i>Variance Decomposition (Indonesia)</i>	47