

**KAUSALITAS ANTARA KONSUMSI ENERGI, EMISI KARBON
DIOKSIDA (CO₂) DENGAN PERTUMBUHAN EKONOMI
(Studi Kasus di Indonesia Periode 1980 - 2021)**

(Tesis)

Oleh

**EFI LISMIYAH
NPM 2221021015**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER ILMU EKONOMI
FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2024

**KAUSALITAS ANTARA KONSUMSI ENERGI, EMISI KARBON
DIOKSIDA (CO₂) DENGAN PERTUMBUHAN EKONOMI
(Studi Kasus di Indonesia Periode 1980 - 2021)**

Oleh

EFI LISMIYAH

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
MAGISTER ILMU EKONOMI**

Pada

**Program Pascasarjana Magister Ilmu Ekonomi
Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER ILMU EKONOMI
FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

KAUSALITAS ANTARA KONSUMSI ENERGI, EMISI KARBON DIOKSIDA (CO₂) DENGAN PERTUMBUHAN EKONOMI (Studi Kasus di Indonesia Periode 1980 - 2021)

Oleh

EFI LISMIYAH

Perubahan iklim menjadi isu lingkungan yang semakin mendesak dan kompleks di Indonesia. Wilayah ini rentan terhadap perubahan iklim yang signifikan, seperti kenaikan suhu, perubahan pola hujan, dan peningkatan tinggi air laut. Emisi CO₂ yang tinggi dapat memperburuk kondisi ini dan berdampak negatif pada sektor-sektor seperti pertanian, perikanan, dan infrastruktur, serta mengancam keberlanjutan ekonomi dan kesejahteraan sosial. Dalam beberapa tahun terakhir, isu-isu lingkungan dan keberlanjutan semakin menjadi perhatian utama dalam perdebatan global. Permintaan energi yang terus meningkat, terutama dari sumber-sumber konvensional seperti bahan bakar fosil, telah menimbulkan kekhawatiran tentang dampak negatif terhadap lingkungan, termasuk perubahan iklim dan degradasi lingkungan. Penting untuk memahami hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi guna mengembangkan kebijakan yang berkelanjutan secara ekonomi, sosial, dan lingkungan. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh hubungan sebab akibat antara Konsumsi Energi, Emisi CO₂ dan Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia Tahun 1980 – 2021. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan hasil penelitian konsumsi energi dan emisi CO₂ saling berpengaruh negatif dan dua arah, serta terdapat pengaruh satu arah antara pertumbuhan ekonomi dengan emisi CO₂, sedangkan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi tidak ada hubungan kausalitas atau tidak saling berpengaruh satu sama lain di Indonesia pada Tahun 1980 – 2021.

Kata Kunci : Kausalitas, Konsumsi Energi, Emisi CO₂, Pertumbuhan Ekonomi.

ABSTRACT

CAUSALITY BETWEEN ENERGY CONSUMPTION, CARBON DIOXIDE (CO₂) EMISSIONS AND ECONOMIC GROWTH (Case Study in Indonesia Period 1980 - 2021)

By

EFI LISMIYAH

Climate change is becoming an increasingly urgent and complex environmental issue in Indonesia. This region is vulnerable to significant climate change, such as rising temperatures, changes in rain patterns, and rising sea levels. High CO₂ emissions can worsen this condition and have a negative impact on sectors such as agriculture, fisheries and infrastructure, as well as threatening economic sustainability and social welfare. In recent years, environmental and sustainability issues have increasingly taken center stage in global debates. The ever-increasing demand for energy, especially from conventional sources such as fossil fuels, has raised concerns about negative impacts on the environment, including climate change and environmental degradation. It is important to understand the relationship between energy consumption and economic growth in order to develop policies that are economically, socially and environmentally sustainable. The aim of this research is to find out how big the influence of the cause and effect relationship is between Energy Consumption, CO₂ Emissions and Economic Growth in Indonesia 1980 – 2021. This research uses a quantitative type of research with research results that energy consumption and CO₂ emissions have a negative and two-way effect on each other. , and there is a one-way influence between economic growth and CO₂ emissions, whereas between energy consumption and economic growth there is no causal relationship or do not influence each other in Indonesia in 1980 – 2021.

Keywords : *Causality, Energy Consumption, CO₂ Emissions, Economic Growth.*

Judul Tesis : **KAUSALITAS ANTARA KONSUMSI ENERGI,
EMISI KARBON DIOKSIDA (CO2) DENGAN
PERTUMBUHAN EKONOMI
(Studi Kasus di Indonesia Periode 1980 - 2021)**

Nama Mahasiswa : **Efi Lismiyah**

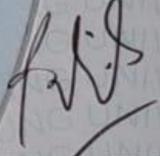
No. Pokok Mahasiswa : **2221021015**

Program Studi : **Magister Ilmu Ekonomi**

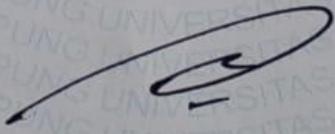
Fakultas : **Ekonomi dan Bisnis**




Prof. Dr. Marselina, S.E., M.P.M.
NIP. 19670710 199003 2001


Dr. Arivina Ratih Taher, S.E., M.M.
NIP. 19800705 200604 2002

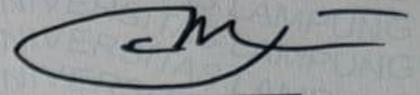
2. **Ketua Program Studi Magister Ilmu Ekonomi**


Dr. Asih Murwiati, S.E., M.E.
NIP. 19740410 200812 2001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

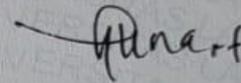
Ketua : Prof. Dr. Marselina, S.E., M.P.M.



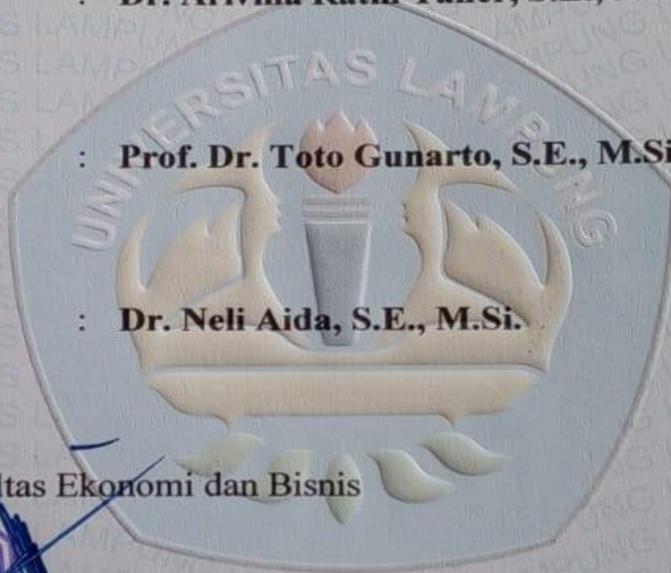
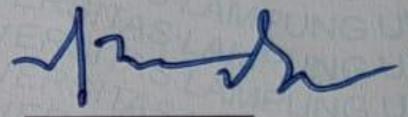
Sekretaris : Dr. Arivina Ratih Taher, S.E., M.M.



Anggota : Prof. Dr. Toto Gunarto, S.E., M.Si.



Anggota : Dr. Neli Aida, S.E., M.Si.



2. Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis

Prof. Dr. Nairobi, S.E., M.Si.

NIP. 19660621 199003 1 003



3. Direktur Program Pascasarjana

Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.

NIP. 19640326 198902 1 001



4. Tanggal Lulus Ujian : 29 Mei 2024

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan bahwa tesis ini telah ditulis dengan sungguh – sungguh dan bukan merupakan penjiplakan hasil karya orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima hukuman / sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Bandar Lampung, 29 Mei 2024

Penulis



EFI LISMIYAH

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Efi Lismiyah lahir pada tanggal 19 Juli 1994 di Temanggung Jawa Tengah, merupakan amanah yang Allah berikan kepada pasangan Bapak Nurkholis dan Ibu Komsiyah. Penulis dilahirkan sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, yang bernama Irsanti dan Ramzi Maulana Robby. Pada tanggal 28 Januari 2018, penulis menikah dengan Agu Jevwan, S.I.Kom. dan telah dikaruniakan seorang putri bernama Hilya Lubna Tsaqifa.

Pendidikan yang pernah ditempuh penulis adalah pada tahun 2006 menyelesaikan Sekolah Dasar di SDN Johar Baru 17 Pagi Jakarta Pusat, pada tahun 2009 menyelesaikan Sekolah Menengah Pertama di MTs. Perguruan Mu'allimat Tebuireng Jombang, dan pada tahun 2012 menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di MA. Perguruan Mu'allimat Tebuireng Jombang. Selanjutnya pada tahun 2016 penulis menyelesaikan pendidikan Sarjana Ekonomi Manajemen di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Islam Djakarta.

Pada tahun 2022, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Magister Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung melalui Beasiswa Pascasarjana dari BPI Kemendikbudristek, Puslapdik dan LPDP. Kemudian pada tanggal 18 Oktober 2023, penulis mengikuti Program *Field Study* ke Malaysia yang diadakan oleh Magister Ilmu Ekonomi selama 4 hari. Perjalanan ini menjadi perjalanan pertama penulis ke luar negeri. Universitas yang penulis kunjungi adalah *International Islamic University Malaysia (IIUM)*, *Limkokwing University*, dan *INCEIF University*. Penulis juga mengikuti *mini conference* di kampus *Internasional Islamic University Malaysia (IIUM)*. Saat ini penulis bekerja sebagai Guru Ekonomi di MA. Mambaul Ulum dan Yayasan Pondok Pesantren Mambaul Ulum Metro, agar ilmu yang diperoleh penulis selama ini dapat bermanfaat dan sebagai pengabdian kepada negara, bangsa, dan agama.

MOTTO

*“Man Jadda Wajada”
Siapa yang bersungguh-sungguh, akan berhasil.*

(Ibnu Khaldun)

“Setiap hari adalah kesempatan baru untuk belajar dan berkembang, maka bersyukurlah dan gunakan dengan sebaik mungkin”.

(Dale Carnegie)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil 'alamin puji syukur kehadiran Allah Swt. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad Saw. Saya persembahkan karya yang cukup sederhana ini dengan penuh ketulusan dan kerendahan hati untuk :

Suamiku Agu Jevwan, S.I.Kom. dan Anaku Hilya Lubna Tsaqifa, yang selalu mendukung dan memotivasi penulis selama menjalani masa pendidikan.

Ayahandaku Nurkholis dan Ibundaku Komsiyah, serta Ibu Mertuaku Cikyam. Orang tua yang begitu luar biasa telah membesarkan dan mendidik anak-anaknya dengan penuh ketulusan dan kasih sayang serta selalu memberikan doa dan dukungan dalam setiap langkah perjalanan hidup penulis. Adik – Adik ku Irsanti dan Ramzi Maulana Robby yang selalu memberikan semangat dan mendoakan penulis.

Terima kasih kepada **BPI Kemendikbudristek, Puslapdik, dan LPDP** atas **Beasiswa Pendidikan Pascasarjana** di Universitas Lampung yang telah diberikan kepada penulis, sehingga dapat melanjutkan studi yang lebih tinggi.

Para Dosen Magister Ilmu Ekonomi dan Jurusan Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung, serta teman-teman yang senantiasa memberikan saran, motivasi, dan doa dalam mengerjakan tesis ini.

Tak lupa Almamater tercinta Magister Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung.

SANWACANA

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Bismillahirrohmaanirrohim.

Alhamdulillah, puji syukur atas kehadiran Allah Swt. Yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, penulis bisa merasakan segala nikmat dan anugerah yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul **“Kausalitas antara Konsumsi Energi, Emisi Karbon Dioksida (CO₂) dengan Pertumbuhan Ekonomi (Studi Kasus di Indonesia Periode 1980 – 2021)”**.

Adapun maksud dalam penulisan tesis ini adalah salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Magister Ekonomi (M.E.), pada Program Magister Ilmu Ekonomi di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung. Penulis telah banyak memperoleh bimbingan, bantuan serta motivasi dari semua pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan rasa hormat dan terima kasih sebesar – besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si. selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Nairobi, S.E., M.Si. selaku Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung.
4. Ibu Prof. Dr. Marselina, S.E., M.P.M. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Dr. Arivina Ratih Taher, S.E., M.M. selaku Ketua Jurusan Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung sekaligus selaku Dosen Pembimbing II yang begitu sabar dalam membimbing dan memberikan arahan, kritik, ilmu dan sumbangan pemikiran dalam tesis ini.

5. Ibu Dr. Asih Murwiati, S.E., M.E. selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung.
 6. Ibu Dr. Neli Aida, S.E., M.Si. selaku Wakil Dekan Bid. Kemahasiswaan dan Alumni Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung sekaligus selaku Dosen Penguji I dan Bapak Prof. Dr. Toto Gunarto, S.E., M.Si. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan agar memperbaiki penelitian ini.
 7. Bapak Prof. Dr. Ambya, S.E., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang memberikan bimbingan selama penulis menjalani masa pendidikan.
 8. Bapak dan Ibu Dosen Magister Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung yang banyak memberikan ilmu saat masa pendidikan.
 9. Terima kasih kepada **BPI Kemendikbudristek, Puslapdik, dan LPDP** atas **Beasiswa Pendidikan Pascasarjana** di Universitas Lampung yang telah diberikan kepada penulis, sehingga dapat melanjutkan studi yang lebih tinggi.
 10. Suamiku Agu Jevwan, S.I.Kom. dan Anaku Hilya Lubna Tsaqifa, yang selalu mendukung dan memotivasi penulis selama menjalani masa pendidikan.
 11. Ayahandaku Nurkholis dan Ibundaku Komsiyah, serta Ibu Mertuaku Cikyam. Orang tua yang begitu luar biasa dan selalu berdoa demi kesuksesan penulis.
 12. Adik – Adik ku Irsanti dan Ramzi Maulana Robby, yang selalu mendukung dan berdoa demi kesuksesan penulis semoga menjadi orang yang berhasil.
 13. Teman Magister Ilmu Ekonomi Angkatan 2022 ; Fische, Amat, Julian, Rulio, Irfan, Royiv, Arif, Titis, Wulan, Tetiyeni, Ermawati, Endah, Qurrota, Syifa, Aang, Andro, Hadi, Shinta yang selalu mendukung penulis untuk berjuang.
 14. Semua pihak yang membantu, memberikan motivasi serta doa kepada penulis yang tidak dapat disampaikan satu – persatu penulis ucapkan terima kasih.
- Akhir kata penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi penulis berharap semoga karya ini dapat berguna dan bermanfaat. Amiiin.

Bandar Lampung, 29 Mei 2024

Penulis

EFI LISMIYAH

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	11
1.3 Tujuan Penelitian	11
1.4 Kegunaan Penelitian	12
II. TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Landasan Teori	13
2.1.1 Pertumbuhan Ekonomi	13
2.1.2 Konsumsi Energi	16
2.1.3 Emisi Karbon Dioksida (CO ₂)	17
2.1.4 Environmental Kuznets Curve (EKC)	19
2.1.5 Peran Pemerintah dalam Kebijakan <i>Protocol Kyoto</i>	19
2.1.6 Mekanisme <i>Protocol Kyoto</i> dalam Mencapai Target Penurunan Emisi CO ₂	21
2.1.7 Peran serta Komitmen Dekarbonasi Negara Indonesia dan Negara – Negara ASEAN melalui <i>Paris Agreement</i>	22
2.2 Tinjauan Empiris	24
2.3 Kerangka Pemikiran	27
2.4 Hipotesis	31

III. METODE PENELITIAN	32
3.1 Jenis Penelitian	32
3.2 Jenis Data dan Sumber Data	32
3.3 Definisi Operasional Variabel	33
3.4 Metode Analisis <i>Granger Causality Test</i>	36
3.5 Metode Analisis Variabel <i>Dummy</i> untuk Mengetahui Pengaruh Kebijakan <i>Protocol Kyoto</i> terhadap Emisi CO ₂ di Indonesia	38
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Analisis Statistik Deskriptif	39
4.2 Hasil Olah Data dan Analisis <i>Granger Causality Test</i>	41
4.2.1 Hubungan antara Konsumsi Energi dengan Pertumbuhan Ekonomi	44
4.2.2 Hubungan antara Emisi Karbon Dioksida (CO ₂) dengan Pertumbuhan Ekonomi	47
4.2.3 Hubungan antara Konsumsi Energi dengan Emisi Karbon Dioksida (CO ₂)	50
4.3 Hasil Olah Data dan Analisis Pengaruh Kebijakan <i>Protocol Kyoto</i> terhadap Emisi CO ₂ di Indonesia	52
4.3.1 Kegagalan Penerapan Kebijakan <i>Protocol Kyoto</i> di Indonesia	55
4.3.2 Mekanisme Pengganti <i>Protocol Kyoto</i> sebagai Solusi untuk Menurunkan Emisi CO ₂ di Indonesia	60
V. SIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 Simpulan	70
5.2 Saran	72

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Kontribusi Indonesia dan Negara – Negara ASEAN terhadap <i>Paris Agreement</i>	23
Tabel 2.2 Tinjauan Empiris	24
Tabel 3.1 Tingkatan Emisi Karbon Dioksida (CO ₂)	34
Tabel 4.1 Statistik Deskriptif	39
Tabel 4.2 Hasil <i>Uji Granger Causality</i> pada Eviews.....	41
Tabel 4.3 Hasil Uji Regresi Variabel <i>Dummy</i> pada Eviews.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1.1	Grafik GDP Growth per Kapita, Emisi CO2 (Metrik Ton per Kapita), dan Penggunaan Energi (Kg setara Minyak per Kapita) Indonesia tahun 2012 – 2021 6
Gambar 2.1	Skema Kerangka Pemikiran 30
Gambar 4.1	Skema Hasil <i>Granger Causality Test</i> 42
Gambar 4.2	Emisi GRK Nasional Tahun 2000 - 2019 54
Gambar 4.3	Emisi GRK Setelah Penerapan <i>Protocol Kyoto</i> Tahun 2005 – 2021 56

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi menjadi salah satu indikator penting dalam mengukur keberhasilan suatu Negara atau wilayah untuk mencapai kemakmuran dan kesejahteraan. Konsumsi energi, disisi lain memiliki peranan krusial dalam mendukung kegiatan ekonomi dan merupakan faktor utama dalam memenuhi peran krusial yang mendukung kegiatan ekonomi dan merupakan faktor utama dalam memenuhi kebutuhan energi di berbagai sektor. Hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi telah menjadi topik penting dalam bidang ekonomi, khususnya dalam konteks pembangunan berkelanjutan dan kebijakan energi.

Pertumbuhan ekonomi yang tinggi dapat menciptakan lapangan kerja, meningkatkan pendapatan masyarakat, dan meningkatkan standar hidup secara keseluruhan. Dalam konteks hubungan antara konsumsi dan pertumbuhan ekonomi, peningkatan konsumsi yang didorong oleh pertumbuhan ekonomi dapat menjadi pendorong bagi ekspansi sektor industri, peningkatan investasi, dan permintaan yang lebih tinggi. Namun, perlu diperhatikan bahwa pertumbuhan ekonomi yang berlebihan dan konsumsi yang tidak berkelanjutan dapat memberikan tekanan pada sumber daya alam dan lingkungan.

Pakar teori ekonomi khusus membahas tentang konsumsi energi adalah William Stanley Jevons. Jevons adalah seorang ekonom dan logametris Inggris yang pada abad ke-19 mengemukakan teori tentang penggunaan energi dalam konteks ekonomi. Pada tahun 1865, Jevons menerbitkan buku berjudul "*The Coal Question*" yang menjadi karyanya yang paling terkenal. Jevons menyimpulkan bahwa peningkatan efisiensi penggunaan energi justru mendorong konsumsi energi yang lebih besar, fenomena yang kemudian dikenal sebagai "Paradox Jevons" atau "Efek

Rebound". Jevons menyatakan bahwa semakin efisien penggunaan energi, semakin rendah biaya penggunaannya, sehingga meningkatkan daya beli masyarakat untuk mengkonsumsi lebih banyak energi. Dalam pandangan Jevons, konsumsi energi bukan sesuatu yang harus dikurangi, tetapi merupakan dorongan bagi pertumbuhan ekonomi. Misalnya, jika teknologi yang lebih efisien dalam penggunaan listrik ditemukan, maka mungkin akan ada peningkatan penggunaan listrik dalam aktivitas sehari-hari seperti menggunakan lebih banyak peralatan elektronik atau membangun gedung yang lebih besar dan kompleks. Kontribusi Jevons dalam teori konsumsi energi menjadi landasan untuk pemahaman tentang hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi.

Energi sebagai salah satu bagian dari sumber daya memiliki peran yang sangat penting bagi penggerak pembangunan ekonomi baik dalam aktivitas produksi, distribusi, hingga konsumsi. Hal ini sesuai dengan penjelasan Mohammad Al-Zuhair dan Talal Al-Bazali (2022), yang menjelaskan bahwa konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi telah diakui sangat saling terkait. Adanya hubungan sebab akibat antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi memainkan peran penting dalam pengambilan keputusan kebijakan, terutama di beberapa negara penghasil minyak.¹ Menurut David Stern (2013), juga menjelaskan bahwa konsumsi energi merupakan sarana untuk menggerakkan industrialisasi perekonomian serta menjadi sarana akumulasi modal pembangunan baik bersifat komplementer ataupun substitusi dalam menghasilkan *output-output* dalam perekonomian.² Penjelasan tersebut sejalan dengan Mankiw (2007:182), yang menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi mencerminkan *output* nasional suatu negara yang menentukan tingkat taraf hidup mereka. Dalam praktiknya, pertumbuhan ekonomi yang tinggi dapat menjadi salah satu tujuan utama pembangunan nasional di negara berkembang. Pertumbuhan ekonomi dapat dilihat erat kaitannya dengan peningkatan produksi barang dan jasa dalam masyarakat.³ Beberapa studi sebelumnya telah mencoba

¹ Mohammad Al-Zuhair dan Talal Al-Bazali. Kausalitas antara Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi : Kasus Kuwait, *Jurnal Internasional Ekonomi Energi dan Kebijakan Energi Vol 12, Edisi 6, 2022*, hlm.22-29.

² David Stern, *Energy and Economics Growth. Encyclopedia of Energi*, Volume 2. Elsevier Inc 2013, hlm1-17.

³ Sodik Dwi Purnomo, Nur Wani, Suharno, Arintoko, Herman Sambodo dan Lilis Siti Badriah. Pengaruh Konsumsi Energi dan Energi Terbarukan terhadap Pertumbuhan Ekonomi di

untuk menganalisis hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi, namun hasilnya masih bervariasi. Beberapa penelitian menunjukkan adanya hubungan positif, dimana pertumbuhan ekonomi diikuti oleh peningkatan konsumsi energi. Namun, ada juga temuan yang menunjukkan hubungan negatif atau tidak ada hubungan yang signifikan antara kedua variabel tersebut.

Indonesia telah mengalami transformasi ekonomi yang signifikan, didukung oleh pertumbuhan industri, perdagangan, dan investasi yang kuat. Namun, pertumbuhan ekonomi yang tinggi juga diiringi oleh peningkatan konsumsi energi yang besar, karena energi merupakan sumber daya penting dalam mendorong aktivitas ekonomi. Konsumsi energi yang berlebihan dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti emisi gas rumah kaca, pencemaran udara, dan penurunan kualitas air. Selain itu, fluktuasi harga energi global juga dapat berdampak signifikan pada stabilitas ekonomi di Indonesia.

Perubahan iklim global merupakan salah satu tantangan terbesar yang dihadapi oleh umat manusia pada abad ke-21. Dampak dari perubahan iklim, seperti kenaikan suhu global, peningkatan intensitas bencana alam, dan perubahan pola cuaca, telah menjadi semakin nyata dan merugikan bagi lingkungan, ekonomi, dan kesejahteraan manusia di seluruh dunia. Dalam upaya untuk mengatasi perubahan iklim global, Protokol Kyoto menjadi tonggak penting dalam kerangka kerja internasional. Ditandatangani pada tahun 1997 di Kyoto, Jepang, protokol ini memperkenalkan kewajiban bagi negara-negara industri maju untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dalam upaya mencapai target penurunan suhu global di bawah 2 derajat Celsius di atas level pra-industri.

Protokol Kyoto menandai langkah besar dalam upaya internasional untuk mengurangi dampak negatif perubahan iklim. Namun, sejak berlakunya pada tahun 2005, pelaksanaannya telah menghadapi berbagai tantangan. Beberapa negara, termasuk beberapa negara maju, telah mengalami kesulitan dalam mencapai target emisi mereka, sementara negara-negara berkembang masih menghadapi tantangan

dalam menghadapi kebutuhan pembangunan ekonomi mereka. Selain itu, meskipun Protokol Kyoto telah menciptakan landasan hukum untuk kerja sama internasional dalam mitigasi perubahan iklim, perjanjian ini juga telah menimbulkan kontroversi politik dan ekonomi. Beberapa negara menolak untuk bergabung dengan protokol ini, sedangkan negara-negara lain mengkritik ketidakadilan dalam pembagian kewajiban antara negara-negara maju dan berkembang.

Pertumbuhan ekonomi dan perlindungan lingkungan adalah dua tujuan yang sering kali dianggap saling bertentangan. Pertumbuhan ekonomi yang kuat cenderung membutuhkan konsumsi energi yang tinggi, yang sering kali diperoleh dari sumber-sumber bahan bakar fosil. Namun, penggunaan bahan bakar fosil ini juga menyebabkan emisi karbon dioksida (CO₂) yang berkontribusi pada perubahan iklim global. Indonesia telah mengalami pertumbuhan ekonomi yang pesat, sehingga dapat menyebabkan peningkatan konsumsi energi dan emisi karbon dioksida. Sumber-sumber utama emisi CO₂ di wilayah ini berasal dari pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam, serta deforestasi dan perubahan penggunaan lahan. Meskipun demikian, Pemerintah Republik Indonesia juga telah mengambil langkah-langkah untuk mengurangi emisi CO₂ dan menghadapi tantangan perubahan iklim. Indonesia dan beberapa negara di Dunia telah berkomitmen untuk mencapai target emisi karbon netral pada tahun-tahun mendatang dan berpartisipasi dalam perjanjian internasional seperti *Protocol Kyoto* dan *Paris Agreement*, yang bertujuan untuk membatasi kenaikan suhu rata-rata global di bawah 2 derajat Celsius di atas level pra-industri. Hal ini merupakan upaya yang dilakukan pemerintah untuk mengurangi dampak dari emisi CO₂ baik dalam negeri maupun global.

Pakar teori ekonomi yang pertama kali secara khusus membahas tentang emisi karbon dioksida adalah Sir Nicholas Stern. Stern adalah seorang ekonom Inggris yang pada tahun 2006 memimpin penelitian yang terkenal dengan nama "*Stern Review on the Economics of Climate Change*". Stern menganalisis dampak ekonomi dari perubahan iklim dan mengidentifikasi solusi ekonomi yang dapat mengurangi emisi karbon dioksida. Stern mengatakan bahwa emisi karbon dioksida dan perubahan iklim memiliki konsekuensi ekonomi yang signifikan, termasuk

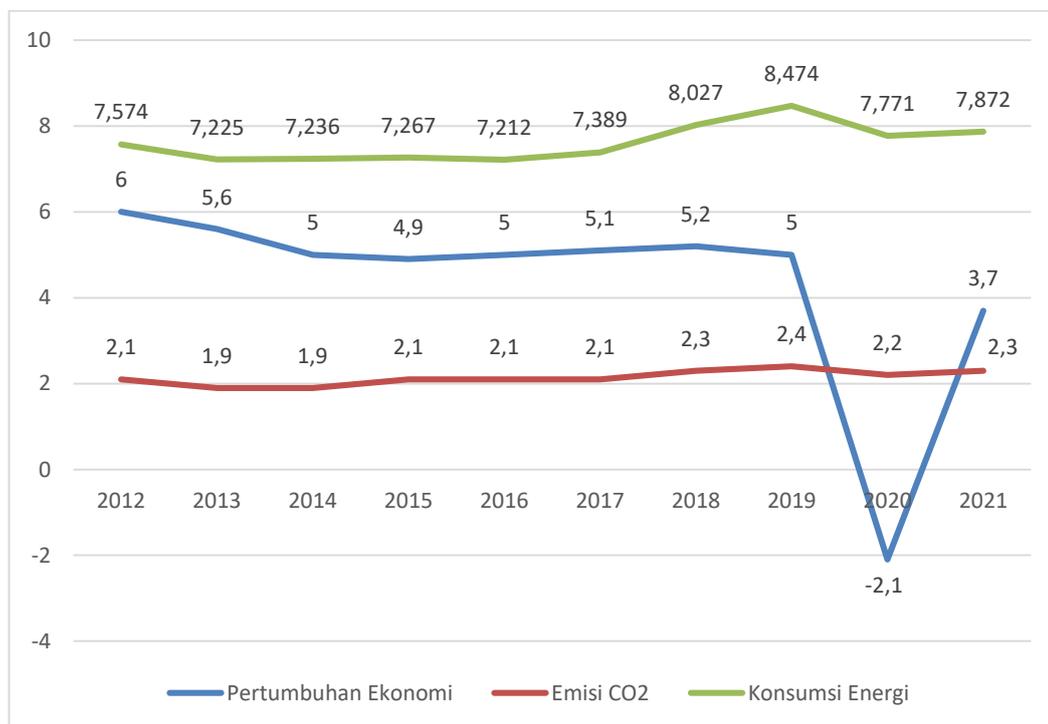
kerugian dalam hal pertumbuhan ekonomi, kesejahteraan manusia, dan stabilitas keuangan global. Stern juga berpendapat bahwa biaya mengurangi emisi karbon dioksida pada saat ini jauh lebih rendah daripada biaya kerugian ekonomi yang diakibatkan oleh perubahan iklim di masa depan. Hal demikian menunjukkan perlu adanya adopsi kebijakan mitigasi yang ambisius untuk mengurangi emisi karbon dioksida dan mendorong transisi menuju ekonomi rendah karbon.

Perubahan iklim telah menjadi salah satu tantangan lingkungan terbesar yang dihadapi oleh dunia. Komunitas internasional semakin menyadari pentingnya membatasi emisi CO₂ dan beralih ke sumber energi bersih untuk mengurangi dampak negatif perubahan iklim. Namun, di sisi lain, pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan masih merupakan prioritas bagi banyak negara dalam upaya meningkatkan kesejahteraan sosial dan mengurangi kemiskinan. Perubahan iklim menjadi isu lingkungan yang semakin mendesak dan kompleks di Indonesia. Wilayah ini rentan terhadap perubahan iklim yang signifikan, seperti kenaikan suhu, perubahan pola hujan, dan peningkatan tinggi air laut. Emisi CO₂ yang tinggi dapat memperburuk kondisi ini dan berdampak negatif pada sektor-sektor seperti pertanian, perikanan, dan infrastruktur, serta mengancam keberlanjutan ekonomi dan kesejahteraan sosial. Upaya untuk mengurangi emisi CO₂ dan beralih ke sumber energi yang lebih bersih merupakan langkah penting dalam mengatasi perubahan iklim global. Namun seiring dengan itu, Pemerintah Negara Republik Indonesia juga harus mempertimbangkan pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan agar dapat menjawab kebutuhan sosial dan ekonomi masyarakat.

Dalam beberapa tahun terakhir, isu-isu lingkungan dan keberlanjutan semakin menjadi perhatian utama global. Permintaan energi yang terus meningkat, terutama dari sumber-sumber konvensional seperti bahan bakar fosil, telah menimbulkan kekhawatiran tentang dampak negatif terhadap lingkungan, termasuk perubahan iklim dan degradasi lingkungan. Penting untuk memahami hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi guna mengembangkan kebijakan yang berkelanjutan secara ekonomi, sosial, dan lingkungan.

Indonesia merupakan negara yang mengalami pertumbuhan ekonomi yang signifikan dalam beberapa dekade terakhir. Indonesia telah mengalami transformasi

ekonomi yang pesat dan mencatat peningkatan pertumbuhan yang tinggi. Namun, berdasarkan data rekening nasional Bank Dunia, dan file data OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*) National Accounts yang tertera di Our World in Data (OWID), Pertumbuhan ekonomi di Indonesia dilihat dari GDP Growth pada tahun 2012 - 2021 mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun dimana pada tahun 2012 GDP growth Indonesia mencapai 6%, tahun 2013 turun menjadi 5,6% dan mengalami penurunan lagi tahun 2014 mencapai 5% dan tahun 2015 sebesar 4,9%, lalu pada tahun 2016 naik menjadi 5% dan tahun 2017 sebesar 5,1% serta tahun 2018 sebesar 5,2%. Kemudian mengalami penurunan kembali saat pandemi covid-19 pada tahun 2019 sebesar 5% dan tahun 2020 penurunan hingga mencapai -2,1%, dan setelah pasca pandemic covid-19 pada tahun 2021 terjadi kenaikan sebesar 3,7 % yang masih belum melebihi GDP growth Indonesia di tahun 2012. Berikut dibawah ini merupakan grafik GDP Growth per Kapita, Emisi CO2 (Metrik Ton per Kapita), dan Penggunaan Energi (kWh per Kapita) Indonesia tahun 2012 – 2021 :



Sumber : World Bank dan Our World in Data. (2023, Mei 23). (Data diolah)

Gambar 1.1 Grafik GDP Growth per Kapita, Emisi CO2 (Metrik Ton per Kapita), dan Penggunaan Energi (kWh per Kapita) Indonesia tahun 2012 – 2021

Emisi karbon dioksida (CO₂) diukur dengan *metric ton per capita* di Indonesia pada tahun 2012 - 2021 mengalami fluktuatif setiap tahunnya. Berdasarkan Gambar 1.1, menurut data yang tersedia di *World Bank Open Data* (WBOD) dimana pada tahun 2012 emisi karbon dioksida (CO₂) di Indonesia mencapai 2,1 m/t, dan turun menjadi 1,9 m/t pada tahun 2013 dan 2014. Kemudian emisi karbon dioksida (CO₂) di Indonesia mengalami stagnan sejak tahun 2015 hingga 2017 sebesar 2,1 m/t, lalu pada tahun 2018 emisi karbon dioksida (CO₂) mengalami peningkatan, dengan laju pertumbuhan emisi CO₂ pada tahun 2018 sebesar 2,4 m/t dari semula 2,1 m/t pada tahun sebelumnya. Hal ini diduga karena terjadinya peningkatan permintaan penggunaan energi berbahan bakar fosil dalam mendorong pertumbuhan ekonomi yang pada selanjutnya dapat meningkatkan pelepasan emisi karbon dioksida (CO₂) ke udara. Kemudian emisi karbon dioksida (CO₂) di Indonesia mengalami penurunan pada tahun 2020 sebesar 2,2 m/t dan kenaikan kembali pada tahun 2021 sebesar 2,3 m/t.

Konsumsi energi di Indonesia tahun 2012 - 2021 mengalami peningkatan terus menerus setiap tahunnya. Berdasarkan Gambar 1.1, menurut data yang tersedia di *World Bank Open Data* (WBOD) dimana pada tahun 2012 konsumsi energi di Indonesia mencapai 7,574 Kg, namun turun pada tahun 2013 sebesar 7,225 Kg, lalu mengalami peningkatan pada tahun 2014 sebesar 7,236 Kg dan tahun 2015 sebesar 7,267 Kg, dan turun kembali pada tahun 2016 sebesar 7,212 Kg. Kemudian terjadi peningkatan konsumsi energi terus-menerus di tahun 2017 sebesar 7,389 Kg, dan tahun 2018 sebesar 8,027 Kg hingga tahun 2019 kenaikan mencapai 8,474 Kg. Hal ini terjadi diduga karena adanya peningkatan penggunaan energi guna mencapai peningkatan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Kemudian terjadi penurunan konsumsi energi sebesar 7,771 Kg pada tahun 2020 dan kenaikan kembali sebesar 7,872 Kg pada tahun 2021.

Adanya peningkatan konsumsi energi di Indonesia juga berdampak pada peningkatan emisi gas rumah kaca terutama emisi karbon dioksida (CO₂) baik di Indonesia maupun Asia Tenggara. Hal ini terjadi umumnya disebabkan oleh kegiatan ekonomi yang tidak ramah lingkungan. Menurut Febriyastuti (2022), OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*) dan ASEAN

diduga dapat memberikan kontribusi terhadap tingkat kenaikan emisi karbon dioksida (CO₂) secara global pada tahun 2030.⁴ Penjelasan tersebut sesuai dengan penjelasan Sodik Dwi Purnomo, dkk (2023) bahwa dengan bertambahnya jumlah industri setiap tahunnya, maka kebutuhan energi pun meningkat. Energi sangat dibutuhkan dalam menjalankan kegiatan ekonomi di Indonesia, baik dalam kegiatan konsumsi maupun produksi di berbagai sektor ekonomi. Sebagai sumber daya alam, energi perlu dimanfaatkan seefisien mungkin demi kesejahteraan masyarakat dan perlu dikelola dengan kebijakan yang sesuai prinsip pembangunan berkelanjutan.⁵

Omar Muhammad Alkasasbeh, dkk (2023) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa emisi CO₂ di negara - negara Timur Tengah terlihat tinggi dibandingkan dengan negara lain dan emisi CO₂ yang tinggi ini mengakibatkan konsumsi energi yang buruk. Studi ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi ramah lingkungan akan dapat memberikan solusi yang efektif. Wilayah penelitian terdiri dari dua belas negara. Arab Saudi adalah pengeksport minyak terbesar dan Iran adalah pengeksport gas alam terbesar, dimana konsumsi energi primer di kawasan timur tengah tercatat sekitar 37 exajoule dan mencapai puncaknya pada tahun 2019 (37,7 exajoule).⁶

Berdasarkan penjelasan di atas maka dapat diketahui bahwa diperkirakan juga terdapat hubungan kausalitas antara konsumsi energi, emisi karbon dioksida (CO₂) dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Hal ini dikuatkan juga oleh hasil penelitian Mohammad Al-Zuhair dan Talal Al-Bazali (2022) yang menjelaskan bahwa ada hubungan yang erat antara ekspor minyak dan total PDB di Kuwait. Selisih antara PDB total dan PDB minyak persis sama dengan kontribusi pertumbuhan ekonomi non-minyak terhadap perekonomian negara. Temuan penelitian ini memberikan dasar yang andal dan cocok untuk pembuatan kebijakan tidak hanya di Kuwait,

⁴ Febriyastuti Widyawati, R., Hariani, E., Lopa Ginting, A., dan Nainggolan, E. Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Populasi Penduduk Kota, Keterbukaan Perdagangan Internasional Terhadap Emisi Karbon Dioksida (CO₂) Di Negara Asean, *Agricultural Economics (Czech Republic)* 3(1) 2022, hlm.37-47.

⁵ Sodik Dwi Purnomo, Nur Wani, Suharno, Arintoko, Herman Sambodo dan Lilis Siti Badriah, *Op., Cit.*, hlm.22-30.

⁶ Omar M. Alkasasbeh, Abdalla, A., dan Amro, A. 2013. Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi dan Emisi CO₂ di Timur Tengah. *Jurnal Internasional Ekonomi Energi dan Kebijakan Energi*. Edisi 1, Vol 13.

tetapi juga di negara penghasil minyak sumber tunggal lainnya seperti negara-negara GCC.⁷

Menurut Sodik Dwi Purnomo, dkk (2023) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar minyak, gas, dan biomassa, serta lama pendidikan rata-rata berpengaruh positif dan signifikan, sedangkan infrastruktur jalan dan Indeks Harapan Hidup (IHK) tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia tahun 1990 - 2019.⁸ Mohamed Al Shami (2023) dalam penelitiannya juga menjelaskan bahwa konsumsi energi dan konsumsi energi tak terbarukan berkorelasi positif, bergantung pada pertumbuhan ekonomi negara dan hubungan ini optimal pada *lag* 7 tahun.⁹

Penelitian Omar M. Alkasasbeh, dkk (2023) juga membuktikan bahwa sumber konsumsi energi alternatif harus digunakan untuk mencapai kelestarian lingkungan dan ekonomi. Penelitian Omar M. Alkasasbeh menunjukkan bahwa sumber energi alternatif, seperti energi surya, angin, biomassa, memiliki potensi besar untuk mengurangi dampak negatif tersebut. Selain manfaat lingkungan, transisi ke energi alternatif juga dapat memiliki dampak positif pada ekonomi, menciptakan lapangan kerja baru, meningkatkan inovasi, dan mengurangi ketergantungan pada sumber daya energi yang terbatas.¹⁰

Studi - studi sebelumnya mengenai hubungan antara emisi CO₂ dan pertumbuhan ekonomi telah menghasilkan temuan yang bervariasi. Beberapa penelitian menunjukkan adanya hubungan positif, dimana pertumbuhan ekonomi yang tinggi berbanding lurus dengan peningkatan emisi CO₂. Namun, ada juga penelitian yang menemukan adanya hubungan negatif atau tidak ada hubungan yang signifikan antara kedua variabel tersebut. Penerapan sistem pemanfaatan energi dari pembangunan berkelanjutan di beberapa negara belum sepenuhnya terwujud, terutama di Indonesia. Pembaruan terhadap energi fosil ini diperlukan dalam

⁷ Mohammad Al-Zuhair dan Talal Al-Bazali. *Op., Cit*, hlm.22.

⁸ Sodik Dwi Purnomo, Nur Wani, Suharno, Arintoko, Herman Sambodo dan Lilis Siti Badriah. *Op., Cit.*, hlm.22.

⁹ Mohamed Al Shami, Studi Berbasis VAR pada Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi, *Jurnal Internasional Ekonomi Energi dan Kebijakan Energi Vol 13, Edisi 1, 2023*, hlm.317-321.

¹⁰ Omar M. Alkasasbeh, Abdalla Alassuli dan Amro Alzghoul, *Op., Cit*, hlm. 322-327.

pembangunan berkelanjutan karena sumber daya energi ini dapat habis dalam waktu yang akan datang, serta meluasnya dampak emisi karbon dioksida CO₂ dari penggunaan konsumsi energi harus segera ditangani untuk menjaga kelestarian lingkungan di Indonesia.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik dalam memilih variabel konsumsi energi, emisi karbon dioksida (CO₂) dengan pertumbuhan ekonomi di Indonesia agar dapat dianalisis hubungan sebab akibat antara variabel tersebut dan kontribusinya terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Penelitian ini juga bertujuan agar Indonesia dapat mempertahankan target penurunan emisi karbon dioksida (CO₂) dalam menjaga kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini penulis mengambil judul “Kausalitas antara Konsumsi Energi, Emisi Karbon Dioksida (CO₂) dengan Pertumbuhan Ekonomi (Studi Kasus di Indonesia Periode 1980 - 2021)”. Penelitian ini dilakukan untuk dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang hubungan kausalitas antara konsumsi energi, emisi karbon dioksida (CO₂) dengan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Hasil penelitian juga diharapkan dapat menjadi acuan bagi pemerintah dan pengambil kebijakan di Indonesia untuk mengembangkan kebijakan energi yang berkelanjutan, meningkatkan efisiensi energi, dan mengurangi dampak negatif emisi CO₂ terhadap lingkungan dengan tetap mempertahankan stabilitas pertumbuhan ekonomi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah ada hubungan kausalitas dua arah antara konsumsi energi dengan pertumbuhan ekonomi di Indonesia selama periode 1980 – 2021?
2. Apakah ada hubungan kausalitas dua arah antara emisi karbon dioksida (CO₂) dengan pertumbuhan ekonomi di Indonesia selama periode 1980 – 2021?
3. Apakah ada hubungan kausalitas dua arah antara konsumsi energi dengan emisi karbon dioksida (CO₂) di Indonesia selama periode 1980 – 2021?
4. Apakah kebijakan *Protocol Kyoto* berpengaruh terhadap emisi karbon dioksida (CO₂) tanpa menurunkan tingkat pertumbuhan ekonomi di Indonesia?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisis hubungan kausalitas antara konsumsi energi dengan pertumbuhan ekonomi di Indonesia selama periode 1980 - 2021.
2. Untuk menganalisis hubungan kausalitas antara emisi karbon dioksida (CO₂) dengan pertumbuhan ekonomi di Indonesia selama periode 1980 - 2021.
3. Untuk menganalisis hubungan kausalitas antara konsumsi energi dengan emisi karbon dioksida (CO₂) di Indonesia selama periode 1980 - 2021.
4. Untuk menganalisis apakah kebijakan *Protocol Kyoto* berpengaruh terhadap emisi karbon dioksida (CO₂) tanpa menurunkan tingkat pertumbuhan ekonomi di Indonesia.

1.4. Kegunaan Penelitian

Adapun kegunaan penelitian yang ingin dicapai penelitian ini adalah :

1. Sebagai bahan informasi bagi para peneliti, tentang hubungan kausalitas antara konsumsi energi, emisi karbon dioksida (CO₂) dengan pertumbuhan ekonomi di Indonesia selama periode 1980 – 2021 dalam memberikan bukti empiris penelitian yang terkait dalam penulisan ini.
2. Bagi pemerintah, penelitian ini diharapkan dapat menjadi panduan dalam mengambil kebijakan - kebijakan yang dapat memitigasi peningkatan emisi karbon dioksida (CO₂), efektivitas energi dan peningkatan pertumbuhan ekonomi di Indonesia.
3. Bagi penulis, penelitian ini sebagai proses pembelajaran dan penambah wawasan dalam hal menganalisis dan membuat karya tulis ilmiah.
4. Bagi masyarakat umum, penelitian ini diharapkan dapat menumbuhkan rasa kepedulian terhadap kelestarian alam dari kerusakan lingkungan akibat fenomena emisi karbon dioksida (CO₂) yang dapat memicu pemanasan global.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Pertumbuhan Ekonomi

Teori pertumbuhan neoklasik diperkenalkan oleh Robert M. Solow dan T.W Swan model Solow-Swan sebagai salah satu model pertumbuhan ekonomi memberikan analisis statis bagaimana keterkaitan antara akumulasi modal, pertumbuhan populasi penduduk, dan perkembangan teknologi serta pengaruh ketiganya terhadap tingkat produksi *output*. Pertumbuhan ekonomi tergantung kepada pertambahan penyediaan faktor-faktor produksi (penduduk, tenaga kerja, dan akumulasi modal) dan tingkat kemajuan teknologi. Pandangan ini didasari kepada anggapan yang mendasari analisis klasik, yaitu perekonomian akan tetap mengalami tingkat pengerjaan penuh (*full employment*) dan kapasitas peralatan modal akan tetap sepenuhnya digunakan sepanjang waktu. Dengan kata lain, sampai dimana perekonomian akan berkembang tergantung kepada pertambahan penduduk, akumulasi kapital, dan kemajuan teknologi.¹¹

Pertumbuhan ekonomi adalah perkembangan kegiatan dalam perekonomian yang menyebabkan produksi barang dan jasa dalam masyarakat bertambah dan kemakmuran masyarakat meningkat. Peningkatan ini disebabkan karena faktor-faktor produksi akan selalu mengalami pertambahan dalam jumlah dan kualitasnya.¹² Indikator dalam mengukur pertumbuhan ekonomi ini adalah dengan melihat perubahan *Gross Domestic Bruto (GDP) / Produk Domestik Bruto (PDB)* suatu negara dengan dibandingkan pada periode sebelumnya. GDP sendiri bisa dipandang dalam dua hal, yaitu merupakan pendapatan total dari setiap orang di

¹¹ N. Gregory Mankiw, *Makroekonomi*. Jakarta: Erlangga, 2017, hlm.319.

¹² Sudono Sukirno, *Pengantar Teori Makroekonomi*, Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2015, hlm.26.

dalam perekonomian dan sebagai pengeluaran total atas *output* barang dan jasa perekonomian. Penghitungan GDP harus mengikuti kaidah akuntansi pembangunan dimana setiap transaksi yang mempengaruhi pengeluaran harus mempengaruhi pendapatan dan begitu pula sebaliknya, setiap transaksi yang mempengaruhi pendapatan harus mempengaruhi pengeluaran.¹³ Konsumsi energi diartikan sebagai proses kehilangan keseluruhan atau sebagian dari *exergi* untuk melakukan pekerjaan sehingga menimbulkan banyak anergi yaitu pada saat energi digunakan untuk memanaskan atau menggerakkan sesuatu. Hal ini berakibat pada “penyusutan energi” yang tak dapat dihindarkan dalam semua sistem alam untuk menghasilkan entropi.¹⁴

Simon Kuznet (1950), mengatakan bahwa pertumbuhan ekonomi dibatasi oleh kekurangan absolut dari sumber Daya alam.¹⁵ Pernyataan Simon Kuznet tersirat perkiraan bahwa negara-negara yang miskin sumber daya alam akan tersendat pertumbuhan ekonominya. Namun ekonom energi baru-baru ini mulai memisahkan energi dari bagian sumber daya karena energi dalam analisisnya mengenai pengaruh energi terhadap pertumbuhan ekonomi. Brendt dan Wood adalah seorang peneliti pertama yang melihat keterkaitan energi dengan *input* lain serta pada pertumbuhan ekonomi pada jangka panjang di Amerika Serikat. Penelitian ini menghasilkan temuan bahwa terdapat kemungkinan untuk menyubstitusikan *input* energi dengan *input* non-energi walaupun dalam kondisi terbatas. Lebih spesifik dia menemukan bahwa: (1) permintaan energi sangat responsif terhadap elastisitas dari harga energi sendiri, (2) energi dan tenaga kerja memiliki hubungan yang sedikit substitutif, (3) sementara energi dan modal bersifat komplementer.¹⁶ Berdasarkan penjelasan di atas ada keterkaitan antara penggunaan energi dan aktivitas ekonomi melalui modifikasi model neoklasik pada persamaan yang direpresentasikan melalui persamaan :¹⁷

¹³ N. Gregory Mankiw, *Op., Cit*, hlm.322.

¹⁴ Reiner Kummel, *Op., Cit*, hlm.52.

¹⁵ Sukanto Reksohardiprodjo dan Pradono, *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Energi*, Yogyakarta: Balai Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Gajah Mada, 2016, hlm.208.

¹⁶ *Ibid*, hlm.215.

¹⁷ Nicholas Herbert Stern, *Stern Review: The Economics of Climate Change. Vol. 30. London: HM Treasury, 2013*, hlm.418.

$$(Y_1, \dots, Y_m) = F(X_1, \dots, X_n, E_1, \dots, E_n)$$

Dimana :

Y_i = Merupakan berbagai output pada berbagai sektor sampai sektor ke m, seperti barang dan jasa manufaktur

X_1 = Merepresentasikan berbagai input seperti modal, tenaga kerja, dll.

E_i = Merupakan *input* energi yang berbeda seperti batubara, BBM, dll.

Sementara itu Purnomo, et all. (2023), berpendapat bahwa di Indonesia peranan energi terhadap perekonomian sangat besar. Selain penerimaan pemerintah, penerimaan dari ekspor, dan neraca pembayaran, komponen mikro lain yang sangat mempengaruhi pembangunan ekonomi adalah konsumsi energi secara nasional. Dengan menyadari bahwa konsumsi energi sangat erat dengan berhubungan dengan PDB, maka dapat diperkirakan berapa kenaikan konsumsi energi yang diperlukan untuk mendapatkan tingkat *output* tertentu.¹⁸ Menurut Mankiw (2007), dalam mengukur pertumbuhan ekonomi suatu negara, para ekonom menggunakan indikator angka Gross Domestic Product (GDP) per kapita yang menunjukkan pengukuran pendapatan total perorangan dalam perekonomian. Tingkat pertumbuhan ekonomi menunjukkan persentase kenaikan pendapatan nasional riil pada suatu tahun tertentu dibandingkan dengan pendapatan nasional riil pada tahun sebelumnya. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung pertumbuhan ekonomi yaitu :

$$PE = \frac{GDP_t - GDP_{t-1}}{GDP_{t-1}} \times 100 \%$$

Keterangan :

PE = Pertumbuhan Ekonomi

GDP = *Gross Domestic Product*

t = Waktu

¹⁸ Purnomo Yusgiantoro, *Op., Cit*, hlm.110.

2.1.2. Konsumsi Energi

Energi merupakan kemampuan fisik untuk melakukan usaha. Sebagaimana hukum termodinamika satu tentang kekekalan energi, energi tidak dapat diciptakan, dikonsumsi, atau dihancurkan. Energi bisa ditransformasikan atau dikonversi dalam bentuk lain. Dalam semesta energi yang digunakan akan hilang dalam bentuk energi panas, energi juga dikenal istilah entropi, yaitu energi yang tidak dapat digunakan untuk melakukan pekerjaan.¹⁹ Energi terdiri dari dua komponen, yaitu *exergi* (*exergy*) yang merupakan komponen berguna yang bisa dikonversikan untuk melakukan berbagai pekerjaan yang berguna sementara yang tidak berguna disebut anergi (*anergy*). Sebagai contoh untuk *exergi* adalah energi radiasi matahari, energi kimia yang tersimpan dalam batu bara, minyak, dan gas, energi nuklir, energi potensial dan kinetik, dan energi listrik. Jadi istilah energi yang umumnya digunakan ketika berbicara tentang pembawa energi ini adalah sama dengan mengatakan *exergi*. Ketika proses pembakaran atau gesekan mengonversi *exergi* menjadi panas, anergi diproduksi.²⁰

$$\text{Energi} = \text{exergi} + \text{anergi} = \text{konstan}$$

Dengan menyadari bahwa konsumsi energi sangat erat berhubungan dengan PDB, maka dapat diperkirakan beberapa kenaikan konsumsi yang diperlukan untuk mendapatkan *ouput* tertentu.

➤ Satuan Energi :

- Satuan energi yang umum digunakan adalah Joule (J). Namun, ada beberapa satuan lain yang juga sering digunakan, tergantung pada konteks dan besarnya energi yang terlibat. Konsumsi energi tahunan suatu negara dapat dihitung dalam ukuran kt setara minyak per kapita. Beberapa satuan energi yang sering digunakan adalah kalori (cal) dan kilowatt-jam (kWh) :
- 1 Joule (J) setara dengan 1 Newton meter (N.m) atau 1 kilogram meter per detik kuadrat ($\text{kg.m}^2/\text{s}^2$).
 - 1 kilowatt-jam (kWh) setara dengan 3.6 juta Joule atau 3.6 megajoule.
 - 1 kalori (cal) setara dengan kira-kira 4.184 Joule, (*World Bank*, 2023).

¹⁹ David A Anderson, *Environmental Economics and Natural Resource Management*. New York: Routledge, 2020, hlm.129.

²⁰ Reiner Kummel, *The Second Law of Economics*. New York: Springer. 2021, hlm.291.

2.1.3. Emisi Karbon Dioksida (CO₂)

Emisi merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan. Gas yang dimaksud adalah gas sisa proses pembakaran yang dibuang ke udara bebas melalui saluran buang kendaraan. Emisi diukur dalam gram per kendaraan per km dari suatu perjalanan dan terkait dengan beberapa faktor seperti tipe kendaraan, umur kendaraan, ambang temperatur dan ketinggian. Kendaraan dengan usia dan jenis bahan bakar yang berbeda akan menghasilkan kadar emisi yang berbeda juga.²¹

Jenis gas yang berbahaya, karbon dioksida (CO₂) merupakan kontribusi tunggal yang terbesar sehubungan dengan periode keberadaannya yang relative paling panjang (membutuhkan waktu paling lama untuk terurai secara almiiah) di atmosfer dan tingkat konsentrasinya yang paling tinggi.²² CO₂ merupakan senyawa gas yang tidak berwarna, tidak berbau yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna bahan yang mengandung zat arang atau bahan organik, baik dari kegiatan industri ataupun lingkungan CO₂ terdiri dari satu atom karbon yang berikatan dengan satu atom oksigen.²³ Gas CO₂ berbentuk cairan pada suhu dibawah -129°C. Sebagian besar gas CO₂ berasal dari pembakaran bahan bakar fosil berupa gas buang. Paparan CO₂ dikota besar padat lalu lintas kadar CO₂ lebih tinggi dibandingkan di pedesaan. Karena dikota besar banyak menghasilkan gas CO₂, sehingga kadar CO₂ relatif tinggi.²⁴

Emisi CO₂ pada asap kendaran merupakan sumber utama polusi karbon dioksida di perkotaan. Pembakaran menggunakan bahan bakar dengan menggunakan minyak tanah, kayu, arang, dan gas dapat menghasilkan karbon dioksida. Pada daerah yang macet tingkat pencemarannya cukup tinggi terhadap kasus kematian. Asap rokok juga mengandung CO₂, tetapi pada seseorang yang tidak merokok biasanya terbentuk karboksi haemoglobin tidak lebih dari 1 % dan pada perokok

²¹ Fauzi, R. Pengaruh Konsumsi Energi, Luas Kawasan Hutan Dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Emisi Co₂ Di 6 (Enam) Negara Anggota Asean: Pendekatan Analisis Data Panel. *Ecolab*, 11(1), 2017, hlm.14-26.

²² Todaro dan Smith, *Pembangunan Ekonomi (Sebelas)*. Jakarta: Erlangga, 2021, hlm.42.

²³ Isnan, W. Kebijakan Pengurangan Emisi Gas Rumah Kacadarisektor Penggunaan Lahan Dan Perubahan Tata Guna Lahankehutanan (Lulucf). *Buletin Eboni*, 15, 2018, hlm.29-40.

²⁴ *Ibid*, hlm.29.

yang berat biasanya lebih tinggi yaitu 5 – 10 %.²⁵ Sumber - sumber emisi CO₂ akan bisa dibagi menjadi dua buah kategori besar, yaitu produksi industri dan sumber - sumber lain. Kedua sumber tersebut masing - masing menimbulkan 77 persen dan 23 persen dari total emisi CO₂ di dunia. Tingkat pendapatan dan tingkat konsumsi negara-negara kaya yang jauh lebih tinggi dari pada yang ada di negara-negara berkembang.²⁶ Penelitian akan emisi gas rumah kaca yang dapat ditolerir bumi telah banyak dilakukan. Belum ada kesepakatan bersama yang menetapkan batas ambang dari emisi gas rumah kaca. Seorang peneliti dari NASA mengatakan bahwa jika manusia berharap melestarikan bumi maka manusia harus mengurangi emisi CO₂ menjadi 350 ppm.²⁷

Emisi karbon dioksida (CO₂) adalah gas yang dikeluarkan dari hasil pembakaran senyawa yang mengandung karbon, atau pelepasan karbon ke atmosfer bumi. Emisi karbon dioksida (CO₂) merupakan salah satu gas rumah kaca utama yang menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim. Emisi CO₂ terjadi ketika bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam dibakar untuk menghasilkan energi. Selain dari pembakaran bahan bakar fosil, emisi CO₂ juga dapat berasal dari aktivitas lain seperti deforestasi, pembakaran hutan, produksi dan penggunaan bahan kimia tertentu, serta proses industri tertentu. Proses ini melepaskan CO₂ ke udara sebagai produk sampingan. Emisi karbon dioksida (CO₂) merupakan gas terbesar yang dapat meningkatkan dampak buruk gas rumah kaca dan dapat menyebabkan perubahan iklim global (Arista dan Amar, 2019). Emisi karbon dioksida (CO₂) adalah gas yang terbentuk melalui berbagai proses pembakaran. Emisi Gas Rumah Kaca ini merupakan pendorong yang paling utama menyebabkan pemanasan global. Satuan umum yang digunakan untuk mengukur emisi karbon dioksida (CO₂) adalah metrik ton atau ton metrik (MT) dari karbon dioksida CO₂.

²⁵ Lu, W., Greenhouse Gas Emissions, Energy Consumption and Economic Growth: A Panel Cointegration Analysis for 16 Asian Countries. *Environmental Research and Public Health*, 14, 2017, hlm. 1–15.

²⁶ Todaro dan Smith, *Op., Cit*, hlm.52.

²⁷ Fauzi, R., *Op., Cit*, hlm.20.

2.1.4. *Environmental Kuznets Curve (EKC)*

Teori *Environmental Kuznet Curve* adalah teori yang menjelaskan bahwa pada suatu negara, dampak lingkungan meningkat pada tahap awal perekonomian tetapi akhirnya dapat menurun pada 16 tingkat pendapatan tertentu. Hipotesis EKC dicetuskan oleh Simon Kuznets pada tahun 1950an yang merupakan seorang ekonom menjelaskan tentang hubungan antara degradasi lingkungan dan pendapatan per kapita dengan bentuk U terbalik. Peneliti pertama yaitu Grossman & Krueger meneliti hipotesis EKC pada tahun 1991 (Harris dan Roach, 2021). Menurut Stern (2006), pada tahap awal pembangunan yang fokus di bidang industrialisasi dan penyerapan tenaga kerja akan menyebabkan emisi polutan meningkat. Namun, setelah mencapai tingkat pendapatan per kapita yang tinggi maka emisi bahan polutan juga menurun pula dikarenakan kegiatan ekonomi fokus mengarah pada perbaikan kualitas lingkungan sehingga membentuk kurva U terbalik. Pertumbuhan ekonomi dengan emisi gas CO₂ juga dijelaskan dalam *Environmental Kuznets Curve* (Arista dan Amar, 2019).

2.1.5. Peran Pemerintah dalam Kebijakan *Protocol Kyoto*

Protocol Kyoto adalah panduan atau rancangan instrumen operasional yang memudahkan pengimplementasian Konvensi Perubahan Iklim dalam penurunan emisi karbondioksida (CO₂) di dunia. *Protocol Kyoto* memuat penjelasan dan aturan detail operasional kerangka kerja dari UNFCCC. Inti dari isi *Protocol Kyoto* adalah perjanjian internasional berkekuatan hukum yang mengatur negara-negara industri untuk berkomitmen dalam mengurangi emisi GRK (Gas Rumah Kaca) secara keseluruhan sebesar 5.2% dari tingkat emisi karbon dioksida (CO₂) pada tahun 1990. Tujuan utama dirancangnya *Protocol Kyoto* adalah tercapainya stabilitas iklim global dengan penurunan dan penghilangan emisi GRK. *Protocol Kyoto* memuat 28 pasal dan dua lampiran Annex sebagai panduan untuk memenuhi target tersebut. Pasal-pasal tersebut mengatur perdagangan emisi, kerja sama antara negara berkembang dan maju, serta mekanisme pembangunan berbasis lingkungan bersih.

Sejarah panjang sebelum *Protocol Kyoto* diresmikan dan berkekuatan hukum. *Protocol Kyoto* melewati banyak perdebatan dan negosiasi hingga akhirnya sampai pada perumusan protokol tersebut tahun 1997 dan mulai berlaku tahun 2005. Hal ini terjadi karena dibutuhkan waktu yang cukup panjang bagi negara - negara peserta untuk mengesahkan dan meratifikasi protokol tersebut dalam hukum nasional. Proses ratifikasi ini memerlukan waktu yang bervariasi di setiap negara, tergantung pada sistem hukum dan prosedur politik lainnya. Beberapa negara memerlukan persetujuan dari badan legislatif mereka, sedangkan negara lain mungkin memerlukan persetujuan dari parlemen atau kongres mereka. Oleh karena itu, walaupun Protokol Kyoto disepakati pada tahun 1997, perlu waktu hingga negara - negara peserta mengesahkan dan meratifikasinya dalam hukum nasional mereka sebelum Protokol Kyoto tersebut dapat mulai berlaku resmi pada tanggal 16 Februari 2005 secara internasional.

Berawal dari laporan pertama IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) pada tahun 1990 tentang ancaman nyata perubahan iklim, maka PBB di tahun yang sama, membentuk sebuah badan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu Intergovernmental Negotiating Committee (INC), melalui lima sesi pertemuan di rentang waktu antara Februari 1991-Mei 1992. Saat Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) Bumi tahun 1992 di Rio de Janeiro, Brasil, UNFCCC mulai dibuka untuk penandatanganan untuk menjalankan tugas utamanya dalam menstabilkan konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK), UNFCCC membentuk suatu badan otoritas tertinggi, yaitu COP (Conference of the Parties). Konferensi COP 3 yang diadakan di Kyoto, Jepang, sebuah instrumen hukum akhirnya dirancang untuk memudahkan pengimplementasian Konvensi Perubahan Iklim dalam mengurangi emisi GRK. Rancangan itu kemudian disebut dengan *Protocol Kyoto*. Sementara itu, *Protocol Kyoto* resmi berkekuatan hukum apabila diratifikasi oleh negara-negara industri dengan total emisi 55%. Masalahnya, Amerika Serikat yang menyumbang emisi terbesar hingga 36.1%, menolak untuk meratifikasi *Protocol Kyoto*. Namun kemudian, tanpa AS pun, berkat ratifikasi dari Jepang *Protocol Kyoto* dapat bertahan. Barulah, pada 18 November 2004, *Protocol Kyoto* diresmikan oleh Rusia dan mulai berlaku pada 16 Februari 2005. (Sumber artikel : <https://lindungihutan.com/blog/protokol-kyoto-dan-mekanismenya/>).

2.1.6. Mekanisme *Protocol Kyoto* Mencapai Target Penurunan Emisi CO₂

Mekanisme *Protocol Kyoto* Pasal 6, 12, dan 17, dalam *Protocol Kyoto* menjelaskan tiga mekanisme fleksibel untuk mencapai target penurunan emisi yang telah ditentukan. Tiga mekanisme tersebut adalah sebagai berikut :

1) Joint Implementation (JI)

Mekanisme penurunan emisi melalui proyek bersama sesama negara Annex I dengan cara mengalihkan pengurangan emisi. Mekanisme JI memungkinkan negara-negara Annex I untuk berinvestasi dalam proyek-proyek pengurangan emisi di negara-negara lain yang juga merupakan negara Annex I. Ini memungkinkan negara-negara ini untuk mencapai target emisi mereka dengan cara yang lebih ekonomis.

2) Emission Trading (ET)

Mekanisme penurunan emisi dengan cara penjualan emisi ke sesama negara industri. Dengan aturan, bahwa emisi GRK yang diperjualkan dibatasi. Hal tersebut agar pembeli emisi tetap memenuhi targetnya. Protokol Kyoto memungkinkan negara-negara Annex I untuk melakukan perdagangan emisi, dimana negara yang mencapai target pengurangan emisi mereka dapat menjual kelebihan kredit emisi mereka kepada negara lain yang tidak mencapai target mereka.

3) Clean Development Mechanism (CDM)

Mekanisme kerja yang melibatkan langsung negara berkembang dalam penurunan emisi global. Dalam Pasal 12 *Protocol Kyoto*, bahwa CDM adalah mekanisme kerja sama antara negara berkembang dan negara maju melalui pembelian CER (*Certified Emission Reduction*) atau reduksi emisi GRK tersertifikasi dan investasi lingkungan bersih untuk pembangunan berkelanjutan di negara berkembang. Proyek-proyek ini, seperti proyek energi terbarukan atau penghematan energi, membantu negara-negara berkembang mengurangi emisi mereka sambil memperoleh pendanaan dan teknologi dari negara-negara maju.

(Sumber artikel : <https://lindungihutan.com/blog/protokol-kyoto-dan-mekanismenya/>).

2.1.7. Peran serta Komitmen Dekarbonasi Negara Indonesia dan Negara – Negara ASEAN melalui *Paris Agreement*

ASEAN (*Association of Southeast Asian Nations*) adalah kumpulan sepuluh negara di kawasan Asia Tenggara yang berkomitmen untuk mempromosikan kerjasama regional dalam berbagai bidang, termasuk lingkungan dan perubahan iklim. Upaya untuk mengendalikan emisi CO₂ secara global melibatkan berbagai inisiatif dan langkah-langkah kolaboratif antar negara anggota dalam Kesepakatan Perjanjian Paris. Seperti halnya komitmen Indonesia dan Negara – Negara ASEAN terhadap kesepakatan “Perjanjian Iklim Paris”.

Perjanjian Paris adalah perjanjian internasional yang mengikat secara hukum tentang perubahan iklim . Itu diadopsi oleh 196 Pihak pada Konferensi Perubahan Iklim PBB (COP21) di Paris, Prancis, pada 12 Desember 2015. Hal ini mulai berlaku pada 4 November 2016. Tujuan utamanya adalah menahan “peningkatan suhu rata-rata global hingga jauh di bawah 2°C di atas level pra-industri. Penting untuk diingat bahwa upaya untuk mengendalikan emisi CO₂ tidak terbatas pada tingkat regional saja. Setiap negara di seluruh Dunia juga memiliki tanggung jawab untuk mengambil langkah-langkah di tingkat nasional guna mencapai target pengurangan emisi sesuai dengan perjanjian global yang telah di tandatangani.

Negara – Negara ASEAN juga terlibat dalam kerja sama regional dan internasional dalam upaya mengurangi emisi gas rumah kaca. Ini termasuk pertukaran pengetahuan dan teknologi, dukungan keuangan, dan kolaborasi dalam proyek – proyek mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Selain komitmen dalam hal target emisi, Negara – Negara ASEAN juga bekerja untuk menggalang dana dan mendapatkan dukungan teknis dari lembaga-lembaga internasional dan negara-negara maju untuk mendukung implementasi kebijakan dan proyek-proyek dekarbonisasi. Melalui komitmen dan tindakan kolektif ini, Indonesia dan negara-negara ASEAN berusaha untuk berperan aktif dalam upaya global untuk mengurangi emisi karbon dan memerangi perubahan iklim, serta mempersiapkan diri terhadap dampak yang diakibatkan oleh perubahan iklim yang sudah tak terhindarkan.

Kesepuluh Negara ASEAN termasuk Indonesia, telah melakukan penandatanganan Perjanjian Paris dan telah berjanji untuk mengurangi emisi CO₂ dengan membatasi kenaikan suhu atmosfer bumi di bawah 2°C di atas masa pra - industri. Kontribusi yang ditentukan nasional (NDC) untuk Perjanjian Paris dari Negara – Negara ASEAN ditunjukkan pada Tabel 2.1 (NDC Registry, 2021). Sebagian besar negara ASEAN telah mengumumkan pengurangan emisi gas rumah kaca hingga mencapai 20% – 70% dari skenario bisnis seperti biasa pada tahun 2030. Singapura baru saja mengumumkan rencananya untuk mencapai emisi nol bersih pada tahun 2050 (Singapore Press Centre, 2022).²⁸ Perjanjian Paris dianggap sebagai tonggak penting dalam upaya global untuk mengatasi perubahan iklim dan melibatkan kerjasama internasional yang luas dalam rangka mencapai tujuan perlindungan iklim global. Berikut dibawah ini kontribusi yang ditentukan kesepakatan internasional terhadap Perjanjian Paris oleh Negara – Negara ASEAN yaitu :

Tabel 2.1 Kontribusi Negara – Negara ASEAN terhadap *Paris Agreement*

Negara	Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca dari Business as Usual tahun 2030
Indonesia	29% tanpa syarat; 41% bersyarat.
Malaysia	Pengurangan intensitas emisi tanpa syarat sebesar 45% pada tahun 2030 dibandingkan dengan tingkat tahun 2005.
Thailand	20% tanpa syarat; 25% bersyarat.
Vietnam	8% tanpa syarat; 25% tanpa syarat.
Filipina	2,71% tanpa syarat; 72% bersyarat.
Singapura	Pengurangan intensitas emisi tanpa syarat sebesar 36% pada tahun 2030 berdasarkan tingkat tahun 2005. Emisi CO ₂ mencapai net-zero pada tahun 2050 (Singapore Press Centre, 2022).
Myanmar	50% bersyarat.
Laos	60% tanpa syarat.
Kamboja	42% tanpa syarat.
Brunei	20% tanpa syarat.

Sumber : NDC Registry, 2021 (data diolah).

²⁸ Hon Chung Lau. 2022. *Decarbonization roadmaps for ASEAN and their implications. Energy Reports. Elsevier, Volume 8, November 2022, Pages 6000-6022.*

2.2. Tinjauan Empiris

Tabel 2.2 Tinjauan Empiris

No	Peneliti	Judul	Alat Analisis	Hasil
1.	Rasyid Latief dan Lin Lefen (2019)	<i>Foreign Direct Investment in the Power and Energy Sector, Energy Consumption, and Economic Growth: Empirical Evidence from Pakistan</i>	Variabel : Sektor Listrik dan Energi Pakistan, Konsumsi Energi, dan Produk Domestik Bruto (PDB). Analisi Data : Uji Vector Error Correction Model (VECM) dan Uji Vector Auto-Regression (VAR).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya hubungan kausalitas antara penggunaan energi biomassa secara efektif mengurangi emisi CO2 dan meningkatkan kelestarian lingkungan di Pakistan selama periode 1990 - 2017.
2.	Al-Mulali dan Che Sab, (2012)	<i>The impact of energy consumption and CO2 emission on the economic and financial development in 19 selected countries</i>	Variabel : Konsumsi Energi Listrik dan Pertumbuhan Ekonomi. Analisis Data : Uji Kausalitas Panel Granger, Uji Akar Unit (<i>Unit Root Test</i>), dan Uji Kointegrasi.	Hasilnya menunjukkan bahwa kausalitas antara konsumsi energi yang tinggi berdampak positif pada pertumbuhan ekonomi Negara – Negara di Timur Tengah.
3.	Nathaniel et al. (2020)	<i>Renewable Energy, Urbanization and Ecological Footprint in the Middle East and North Africa Region</i>	Variabel : Energi Terbarukan, CO2, Urbanisasi, dan Pertumbuhan Ekonomi. Analisis Data : Uji Kointegrasi Panel Durbin-Hausman, Uji Ketergantungan Cross-sectional dan Uji Homogenitas.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kausalitas antara sumber energi terbarukan berpengaruh positif dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi negara - negara di Timur Tengah.

No	Peneliti	Judul	Alat Analisis	Hasil
4.	Kahia et al. (2019)	<i>Analysis of the impact of renewable energy consumption and economic growth on carbon dioxide emissions in 12 MENA countries</i>	Variabel : Pertumbuhan Ekonomi, Tingkat Emisi CO2 dan Tingkat Konsumsi Energi Terbarukan. Analisis Data : Uji PVAR dan Uji Kausalitas Granger.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat kausalitas dua arah antara pertumbuhan ekonomi, tingkat emisi CO2 dan konsumsi energi terbarukan selama periode 1980-2012 di 12 negara Timur Tengah dan Afrika Utara atau MENA (Middle East North Africa).
5.	Acheampong (2018)	<i>Economic growth, CO2 emissions and energy consumption: What causes what and where?</i>	Variabel : Konsumsi Energi Total, Emisi CO2 dan Pertumbuhan Ekonomi. Analisis Data : Uji PVAR (<i>Panel Vector Auto Regression</i>).	Hasilnya menunjukkan bahwa kausalitas antara pengurangan emisi CO2 berdampak positif pada lingkungan dan konsumsi energi periode 1990 - 2014 di Timur Tengah dan Afrika Utara atau MENA (Middle East North Africa).
6.	Mohammad Al-Zuhair dan Talal Al-Bazali (2022)	<i>Causality between Energy Consumption and Economic Growth: The Case of Kuwait</i>	Variabel : Pertumbuhan Ekonomi, Produksi Minyak Tahunan, Cadangan Minyak, Konsumsi Energi, dan Emisi CO2. Analisis Data : Metode Kualitatif, dengan melihat faktor yang mempengaruhi kausalitas actual GPD dan konsumsi energi tahun 1995-2020.	Hasil penelitian tersebut menunjukkan ada hubungan kausalitas yang erat antara ekspor minyak dan total PDB di Kuwait. Selisih antara PDB total dan PDB minyak persis sama dengan kontribusi pertumbuhan ekonomi non-minyak terhadap perekonomian negara.

No	Peneliti	Judul	Alat Analisis	Hasil
7.	Omar Muhammad Alkasasbeh, dkk (2023)	<i>Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions in Middle East</i>	Variabel : Emisi CO2, Konsumsi energi, dan Tingkat PDB riil per kapita pada tahun 1980 – 2020. Analisis Data : Uji Ketergantungan Cross-Sectional, Uji Akar Unit Panel, Uji Kointegrasi Panel, dan Uji Kausalitas Dumitrescu dan Hurlin.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada hubungan kausalitas dua arah antara emisi CO2 dan pertumbuhan ekonomi di negara - negara Timur Tengah. Namun, hubungan kausalitas antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi adalah searah dan juga antara emisi CO2 dan konsumsi energi.
9.	Mohamed Al Shami (2023)	<i>A VAR Based Study on Energy Consumption and Economic Growth</i>	Variabel : Konsumsi Energi Primer, Konsumsi Energi Tak Terbarukan, dan Pertumbuhan Ekonomi. Analisis Data : Metode Regresi Dasar dan Uji VAR (Vector Auto Regression) dengan menggunakan aplikasi SPSS.	Hasil penelitian yaitu ada hubungan kausalitas antara konsumsi energi dan konsumsi energi tak terbarukan berkorelasi positif, bergantung pada pertumbuhan ekonomi negara dan hubungan optimal pada lag 7 selama periode 1996 – 2020 di Negara Uni Emirat Arab (UEA).
10.	Faisal Irsan Pasaribu, dkk (2023)	<i>Analysis of the Effect of Economic, Population, and Energy Growth, as well as the Influence on Sustainable Energy Development in Indonesia</i>	Variabel : Pertumbuhan Ekonomi, Jumlah Penduduk, Subsidi Energi, dan Konsumsi Energi. Analisis Data : Metode Regresi Linear Berganda dan Uji Asumsi Klasik.	Hasil penelitian yaitu ada hubungan kausalitas antara pertumbuhan ekonomi, jumlah penduduk, subsidi energi, dan konsumsi energi berdampak positif dan signifikan terhadap konsumsi energi berkelanjutan di Indonesia selama periode 2018 - 2021.

2.3. Kerangka Pemikiran

Keterkaitan konsumsi energi dengan pertumbuhan ekonomi dapat dilihat dengan bukti-bukti yang empiris yang pernah terjadi. Krisis energi dunia pada tahun 1970an setidaknya menunjukkan adanya keterkaitan tersebut. Amerika Serikat saat itu mengalami berbagai peristiwa yang ternyata signifikan dengan krisis dunia. Dasawarsa 1970-an merupakan masa dimana terjadi penurunan pendapatan per kapita riil Amerika yang pertama sejak dasawarsa 1930-an. Pada saat yang sama terjadi stagfalasi / keadaan inflasi yang selalu stagnan dan tidak bisa berubah untuk menjadi lebih baik. Tingkat pengangguran pun terlihat tinggi. Fenomena tersebut tidak hanya terjadi di Amerika Serikat, tetapi juga menyebar di hampir semua negara industri maju. Menurut Maunasinghe (1993), krisis energi tersebut juga berdampak kepada Negara berkembang. Perkembangan ekonomi Negara berkembang, khususnya Negara-negara pengekspor dan pengimpor energi, selama sepuluh sampai lima belas tahun terakhir sejak krisis energi dunia sangat jelas menunjukkan keterkaitan energi dengan pertumbuhan ekonomi.²⁹

Dincer, et al. (2017) melakukan analisis kausalitas panel Dumitrescu Hurlin dengan analisis *Vector Auto Regression* (VAR) untuk mengevaluasi hubungan kausalitas antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi negara maju. Temuan mereka mengungkapkan adanya hubungan dua arah antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi.³⁰ Studi lain dilakukan oleh Al-Mulali dan Che Sab (2012), yang menggambarkan hubungan antara konsumsi energi (konsumsi listrik) dan pertumbuhan ekonomi. Studi ini telah dilakukan di negara - negara Timur Tengah untuk jangka waktu kurang lebih 10 tahun. Hasilnya menunjukkan bahwa konsumsi energi yang tinggi berdampak positif pada pertumbuhan ekonomi negara.³¹

Emisi CO₂ dengan pertumbuhan ekonomi juga dijelaskan dalam *Environmental Kuznets Curve* (EKC). Pada kurva EKC menunjukkan dampak Emisi CO₂ terhadap pertumbuhan ekonomi, namun di lain sisi pertumbuhan ekonomilah yang dapat menurunkan degradasi lingkungan. Dengan pendapatan yang meningkat,

²⁹ *Ibid*, hlm.115.

³⁰ Mohammad Al-Zuhair dan Talal Al-Bazali, *Op., Cit*, hlm.24.

³¹ Omar M. Alkasasbeh, Abdalla Alassuli dan Amro Alzghoul, *Op., Cit*, hlm.323.

masyarakat cenderung menggunakan teknologi yang ramah lingkungan dan pada tahap ini mendukung kelestarian lingkungan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Nathaniel et al. (2020), sumber energi terbarukan merupakan langkah positif untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi negara-negara Timur Tengah. Studi mereka menunjukkan bahwa emisi CO₂ yang tinggi telah memberikan efek negatif pada keberlanjutan ekonomi dan lingkungan negara-negara Timur Tengah. Negara - negara seperti Turki dan Qatar telah menghadapi krisis ekonomi besar.³²

Penelitian lain yang dilakukan oleh Kahia et al. (2019), menunjukkan pertumbuhan ekonomi, tingkat emisi total karbon dioksida dan tingkat konsumsi energi terbarukan di 12 negara di Timur Tengah. Studi mereka telah dilakukan selama periode 1980 - 2012 dan model PVAR telah diterapkan untuk membuktikan “kausalitas dua arah”.³³ Studi lain telah dilakukan oleh Acheampong (2018) dengan model PVAR untuk mengamati hubungan antara konsumsi energi total, emisi CO₂ dan pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan. Studi ini telah dilakukan di lebih dari 114 negara di Timur Tengah. Studi mereka telah dilakukan selama periode 1990-2014. Hasilnya menunjukkan bahwa pengurangan emisi CO₂ berdampak positif pada lingkungan dan konsumsi energi.³⁴

Representasi teoritis dari *Environmental Kuznets Curve* (EKC), merupakan hubungan hipotesis antara berbagai indikator degradasi lingkungan dan pendapatan per kapita. Kerusakan lingkungan lebih sering terjadi pada negara berkembang yang masih berpenghasilan rendah. Hal ini dikarenakan pada tahap awal pada saat terjadinya peningkatan pendapatan per kapita maka akan menyebabkan emisi bahan polutan juga akan meningkat. Hal ini disebabkan perkembangan dibidang industrialisasi dan penyerapan tenaga kerja masih dijadikan fokus utama dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Namun setelah mencapai suatu pendapatan per kapita yang tinggi maka emisi bahan polutan akan menurun hal ini disebabkan

³² Nathaniel, S., Anyanwu, O., Shah, M. 2020. *Energi Terbarukan, Urbanisasi, dan Jejak Ekologis di Kawasan Timur Tengah dan Afrika Utara. Environmental Science and Pollution Research*, 27(13), 14601-14613.

³³ Kahia, M., Ben, J. M., Belloumi, M. 2019. *Analisis Dampak Konsumsi Energi Terbarukan dan Pertumbuhan Ekonomi pada Emisi Karbon Dioksida di 12 Negara MENA. Teknologi Bersih dan Kebijakan Lingkungan*, 21(4), 871-885.

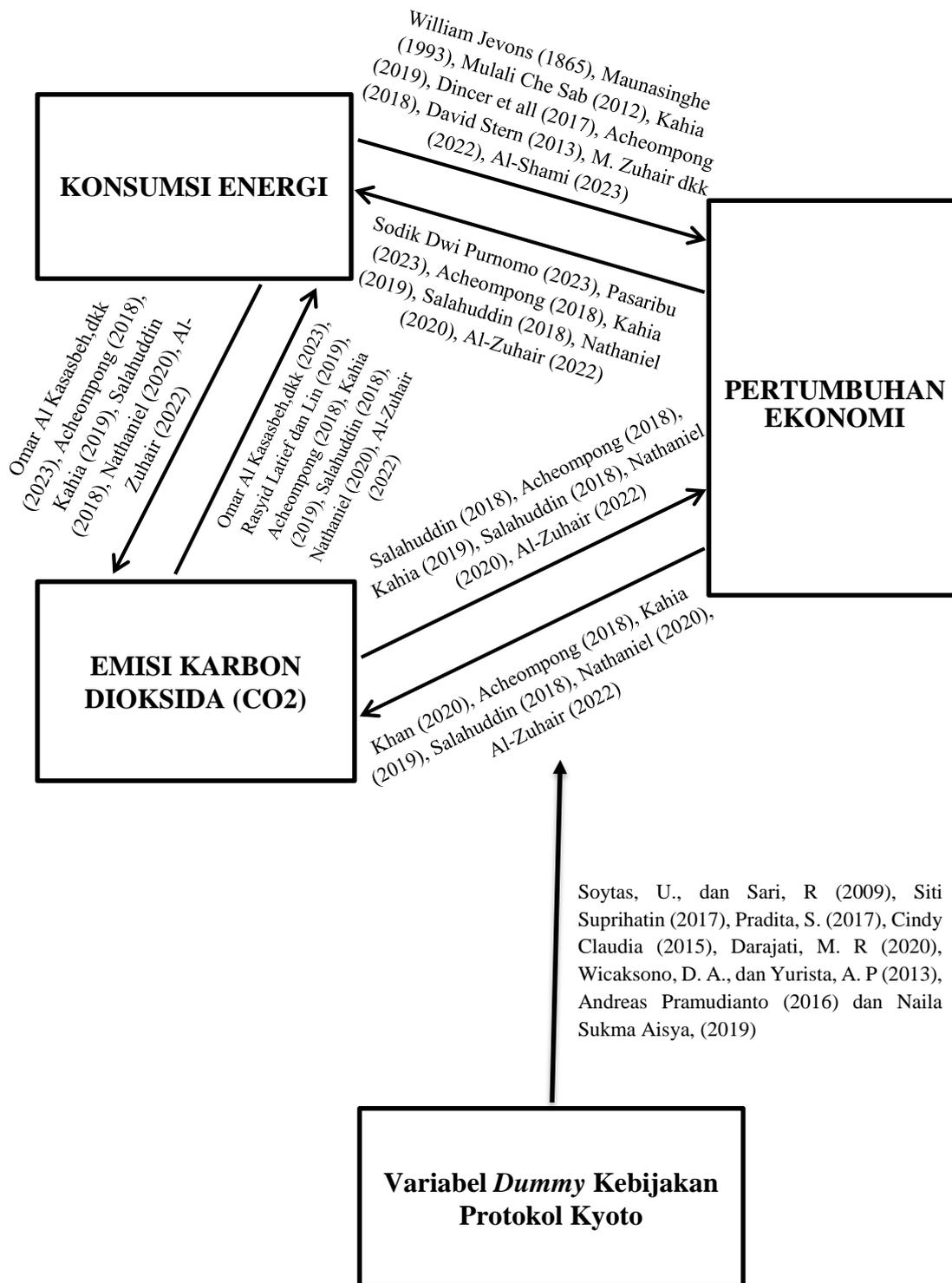
³⁴ Acheampong, A.O. 2018. *Economic Growth, CO₂ Emissions and Energy Consumption: What Causes what and where?. Jurnal Ekonomi Energi. Volume 7, No.4.*

karena pertumbuhan ekonomi lebih mengarah kepada perbaikan lingkungan sehingga memperlihatkan kurva seperti bentuk U terbalik (Stern, 2006). Penurunan kualitas udara tidak dapat dihindarkan dalam tahap perkembangan suatu bangsa, semua sistem ekonomi di negara berkembang mungkin mengalami segmen “koreksi lingkungan”. Hal ini menunjukkan dimana pendapatan negara mempengaruhi penggabungan berbagai kebijakan lingkungan seperti "Undang-undang baru tentang regulasi energi". Namun, jika negara berkembang tersebut gagal untuk memasukkan langkah-langkah mitigasi, kurva yang berlebihan dapat disaksikan dan tingkat emisi cenderung meningkat karenanya (Jian et al., 2019).

Hasil penelitian Salahuddin, et all. (2018), menunjukkan adanya hubungan kausalitas dua arah antara konsumsi listrik, emisi CO₂ dan pertumbuhan ekonomi di Kuwait. Salahuddin, et all melakukan survei tentang hubungan antara pertumbuhan ekonomi, konsumsi listrik, dan emisi CO₂. Mereka menyimpulkan bahwa untuk negara berkembang, konsumsi listrik dan emisi CO₂ menyebabkan pertumbuhan ekonomi, begitu pula sebaliknya.³⁵ Hal tersebut dikarenakan Negara – Negara Timur Tengah termasuk Kuwait, merupakan negara pengekspor dan penghasil minyak dunia, sehingga tingkat konsumsi energi berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi di Negara Kuwait.

Rasyid Latief dan Lin Lefen (2019), dalam penelitiannya juga menerangkan tentang adanya hubungan kausalitas antara penggunaan energi biomassa secara efektif mengurangi emisi CO₂ dan meningkatkan kelestarian lingkungan di Pakistan selama periode 1990 - 2017. Selanjutnya penelitian Omar Muhammad Alkasasbeh, dkk (2023) juga menyatakan bahwa ada hubungan kausalitas dua arah antara emisi CO₂ dan pertumbuhan ekonomi di negara - negara Timur Tengah. Hal tersebut terjadi sebab pertumbuhan ekonomi (PDB) terkait erat dengan penjualan dan ekspor minyak karena Negara – Negara Timur Tengah merupakan basis ekspor minyak terbesar dunia. Berdasarkan uraian di atas, maka dapat peneliti gambarkan dalam bentuk kerangka pikir seperti di bawah ini :

³⁵ Mohammad Al-Zuhair dan Talal Al-Bazali, *Op., Cit*, hlm.24.



Sumber : Data Diolah oleh Peneliti, 2023.

Gambar 2.1 Skema Kerangka Pemikiran

2.4. Hipotesis

Dengan mengacu pada rumusan masalah, tinjauan pustaka, beberapa penelitian terdahulu dan kerangka berfikir yang telah diuraikan sebelumnya di atas, maka hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

Hipotesis 1

$H_a : \beta_1 \neq 0 \rightarrow$ Diduga Ada Hubungan Kausalitas Dua Arah antara Konsumsi Energi dengan Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia selama periode 1980 – 2021.

Hipotesis 2

$H_a : \beta_2 \neq 0 \rightarrow$ Diduga Ada Hubungan Kausalitas Dua Arah antara Emisi Karbon Dioksida (CO₂) dengan Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia selama periode 1980 – 2021.

Hipotesis 3

$H_a : \beta_3 \neq 0 \rightarrow$ Diduga Ada Hubungan Kausalitas Dua Arah antara Konsumsi Energi dengan Emisi Karbon Dioksida (CO₂) di Indonesia selama periode 1980 – 2021.

Hipotesis 4

$H_a : \beta_4 \neq 0 \rightarrow$ Diduga Kebijakan *Protocol Kyoto* berpengaruh terhadap Emisi Karbon Dioksida (CO₂) tanpa menurunkan tingkat Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia.

➤ Kriteria pengujian dummy *Protocol Kyoto* :

a. Jika Nilai $P < 0,05$ maka H_a diterima atau menolak H_0 .

Artinya variabel bebas berpengaruh terhadap variabel terikat.

b. Jika Nilai $P > 0,05$ maka H_a ditolak atau menerima H_0 .

Artinya variabel bebas tidak berpengaruh terhadap variabel terikat.

➤ Data yang dipergunakan dimana dummy *Protocol Kyoto* :

0 = Sebelum menerapkan *Protocol Kyoto* (tahun 1980 – 2004)

1 = Setelah menerapkan *Protocol Kyoto* (tahun 2005 – 2021)

III. METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan kualitatif, yaitu penelitian yang memberi gambaran secermat mungkin mengenai suatu individu, keadaan, gejala, atau kelompok tertentu untuk menggambarkan atau menjelaskan suatu fenomena atau keadaan dengan menggunakan data kuantitatif, yang melibatkan pengumpulan data numerik dan analisis statistik untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang karakteristik suatu populasi atau gejala, melalui survei dari data yang ada.³⁶ Metode penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan kualitatif digunakan untuk mendeskripsikan peristiwa atau suatu kejadian yang terjadi ke dalam bentuk angka – angka yang bermakna.³⁷

3.2. Jenis Data dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder merujuk kepada informasi atau data yang telah dikumpulkan oleh pihak lain untuk digunakan oleh peneliti untuk keperluan penelitian.³⁸ Sumber data dalam penelitian ini menggunakan data *time series* 42 tahun selama periode 1980 – 2021 di Indonesia. Sumber data didapat dari situs *World Bank Development Indicators* (WDI) dan *Our World in Data* (OWID), berupa *Gross Domestic Product* (GDP) perkapita Indonesia sebagai representasi pertumbuhan ekonomi di Indonesia, dan data tingkat penggunaan konsumsi energi serta emisi karbon dioksida (CO₂) di Indonesia selama periode 1980 hingga 2021.

³⁶ Nana Sudjana dan Ibrahim, *Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*, Bandung: Sinar Baru, 2019, hlm.19.

³⁷ *Ibid*, hlm.21.

³⁸ Nana Sudjana dan Ibrahim, *Op., Cit*, hlm.86.

3.3. Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel dalam model ini adalah sebagai berikut :

1. Pertumbuhan Ekonomi

Pertumbuhan ekonomi adalah tingkat pertumbuhan persentase tahunan PDB dengan harga pasar berdasarkan mata uang lokal konstan. Tingkat pertumbuhan ekonomi menunjukkan persentase kenaikan pendapatan riil pada suatu tahun tertentu dibandingkan dengan pendapatan riil pada tahun sebelumnya. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil perubahan barang dan jasa yang diubah ke satuan moneter berdasarkan harga konstan. PDB adalah jumlah dari nilai tambah bruto oleh semua produsen dalam perekonomian ditambah pajak produk dan dikurangi subsidi yang tidak termasuk dalam nilai produk, dihitung tanpa membuat pengurangan untuk penyusutan aset buatan atau untuk penipisan dan degradasi sumber daya alam. Indikator variabel pertumbuhan ekonomi dalam penelitian ini memakai data *Annual % Growth of GDP Per Capita* atau persentase tahunan pertumbuhan PDB Per Kapita Indonesia (*World Bank Open Data*, 2023). Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung pertumbuhan ekonomi adalah :

$$PE = \frac{GDP_t - GDP_{t-1}}{GDP_{t-1}} \times 100 \%$$

Keterangan :

PE = Pertumbuhan Ekonomi

GDP = *Gross Domestic Product* (Harga Konstan)

t = Waktu

2. Konsumsi Energi

Konsumsi energi pada penelitian ini adalah penggunaan energi yang mengacu pada energi primer, yaitu energi sebelum transformasi ke bentuk energi untuk penggunaan akhir (seperti bensin untuk transportasi) pada penggunaan energi per kapita. Indikator variabel konsumsi energi yang

dipakai adalah data *Energy Use per Person* (penggunaan energi per orang) di Indonesia. Satuan penggunaan energi dalam penelitian ini memakai besaran satuan *kilowatt-jam* (kWh) setara dengan 3.6 juta Joule atau 3.6 Megajoule per Kapita (*World Bank Open Data, 2023*).

3. Emisi Karbon Dioksida (CO₂)

Emisi karbon dioksida (CO₂) adalah gas yang dikeluarkan dari hasil pembakaran senyawa yang mengandung karbon, atau pelepasan karbon ke atmosfer bumi. Indikator variabel Emisi CO₂ dalam penelitian ini menggunakan data total emisi karbon dioksida (CO₂) berbasis produksi tahunan, tidak termasuk perubahan penggunaan lahan, dan diukur dalam ton per orang. Ini didasarkan pada emisi teritorial, yang tidak memperhitungkan emisi yang melekat pada barang yang diperdagangkan (*Our World in Data, 2023*). Satuan yang digunakan untuk mengukur emisi karbon dioksida (CO₂) adalah metrik ton atau ton metrik (MT) per kapita. Metrik ton adalah satuan yang setara dengan 1.000 kilogram atau 1 megagram (Mg). Perhitungan tingkat emisi yang berasal dari pembakaran pada sektor Industri, transportasi, gedung, dan pembakaran emisi lainnya (*Our World in Data, 2023*). Tingkatan emisi gas karbon dioksida terbagi ke dalam lima kategori, sebagai berikut :

Tabel 3.1 Tingkatan Emisi Karbon Dioksida (CO₂)

Tingkatan Emisi CO ₂ (Metrik Ton Per kapita)
Kelas Pertama 0 – 7,42 ton/kapita
Kelas Kedua 7,42 – 14,84 ton/kapita
Kelas Ketiga 14,84 – 22,25 ton/kapita
Kelas Keempat 22,25 – 29,67 ton/kapita
Kelas Kelima 29,68 – 37,09 ton/kapita

Sumber : *World Bank, 2023* (data diolah).

4. Kebijakan *Protocol Kyoto*

Protocol Kyoto adalah Konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) mengenai pemanasan global, serta penandatanganan komitmen dari berbagai negara untuk mengurangi emisi gas karbon dioksida, dan gas rumah kaca lainnya. *Protocol Kyoto* merupakan perjanjian iklim pertama yang mengikat secara hukum, perjanjian tersebut mengharuskan negara-negara maju untuk mengurangi emisi yang dihasilkan rata - rata sebesar 5%. Penerapan kebijakan *Protokol Kyoto* di Indonesia dilakukan sejak tahun 2005 melalui dua Periode Komitmen. Periode Komitmen I berlangsung 1 Januari tahun 2008 dan berakhir 31 Desember tahun 2012. Sedangkan saat ini berlangsung Periode Komitmen ke-II yang dimulai tanggal 1 Januari tahun 2013 hingga 31 Desember tahun 2018 (diperpanjang hingga tahun 2020/2021).

Konvensi ini dilaksanakan di Kyoto, Jepang pada tanggal 11 Desember 1997, kemudian kesepakatan ini mulai berlaku sejak tanggal 16 Februari 2005 (UN, 2019). Protokol Kyoto mulai berlaku sejak 16 Februari 2005 karena dibutuhkan waktu yang cukup panjang bagi negara - negara peserta untuk mengesahkan dan meratifikasi protokol tersebut dalam hukum nasional. Proses ratifikasi ini memerlukan waktu yang bervariasi di setiap negara, tergantung pada sistem hukum dan prosedur politik lainnya. Beberapa negara memerlukan persetujuan dari badan legislatif mereka, sedangkan negara lain mungkin memerlukan persetujuan dari parlemen atau kongres mereka. Oleh karena itu, walaupun Protokol Kyoto disepakati pada tahun 1997, perlu waktu hingga negara - negara peserta mengesahkan dan meratifikasinya dalam hukum nasional mereka sebelum Protokol Kyoto tersebut dapat mulai berlaku resmi pada tanggal 16 Februari 2005 secara internasional.

Data yang dipergunakan pada penelitian ini merupakan data dummy, yang dimana kelompok tahun berdasarkan dengan sebelum dan setelah menerapkan hasil kesepakatan *Protocol Kyoto* tersebut. Dimana, dummy *Protocol Kyoto* :

0 = Sebelum menerapkan *Protocol Kyoto* (tahun 1980 – 2004)

1 = Setelah menerapkan *Protocol Kyoto* (tahun 2005 – 2021)

3.4. Metode Analisis *Granger Causality Test*

Analisis Granger (1969), mengemukakan tentang *Granger Causality Test* adalah uji hipotesis statistik untuk menentukan apakah satu rangkaian waktu berguna dalam memperkirakan yang lain. Kausalitas dalam ekonomi dapat diuji dengan mengukur kemampuan untuk memprediksi nilai masa depan dari deret waktu menggunakan nilai sebelumnya dari deret waktu lain. *Granger Causality Test* digunakan untuk mengidentifikasi hubungan sebab - akibat antara dua variabel dalam analisis data *time series*, sehingga data yang lebih cocok digunakan adalah data runtut waktu (*time series*). Hal ini sangat sesuai antara data *time series* yang digunakan dalam penelitian ini dengan metode analisis *Granger Causality Test*, karena memungkinkan untuk menarik kesimpulan tentang arah kausalitas antara dua variabel yang digunakan untuk memprediksi perilaku masa depan dari suatu variabel berdasarkan perubahan dalam variabel lainnya, dan mengontrol variabel – variabel yang ada dalam model sehingga dapat disimpulkan pemahaman yang lebih baik tentang hubungan dan arah antara variabel yang diuji.

Granger Causality menguji apakah Y mampu memperkirakan X ataupun sebaliknya. Uji kausalitas *Granger* merupakan metode yang paling populer. Uji ini dapat mengindikasikan apakah suatu variabel mempunyai hubungan dua arah atau hanya satu arah saja. Hal ini membuat yakin penulis menggunakan Uji Kausalitas Granger (*Granger Causality Test*) untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini dengan memakai aplikasi Eviews 9.0. Uji Kausalitas Granger digunakan untuk melihat arah hubungan antara variabel - variabel yang diamati, maka dilakukan pengujian hipotesis dengan Uji Kausalitas Granger, melalui uji F dengan rumus sebagai berikut :³⁹

$$F = \frac{(RSS_R - RSS_{UR})/M}{RSS_{UR}/(n - K)}$$

Keterangan :

M = Jumlah lag

K = Jumlah parameter yang diestimasi dalam *unrestricted regression*.

³⁹ Basuki, Agus Tri dan Imamudin Yuliadi, *Ekonometrika: Teori & Aplikasi*, Yogyakarta: Mitra Pustaka Matani, 2015, hlm.106.

Jika nilai *absolute* F lebih besar daripada nilai kritis F tabel, maka hipotesis nol ditolak yang berarti terdapat hubungan kausalitas, atau jika nilai probabilitas dari hipotesis lebih besar dari nilai kesalahan yang dapat ditolerir yaitu 0,05 maka keduanya diputuskan untuk menolak H_0 . Dengan kata lain, untuk melihat apakah variabel - variabel tersebut memiliki hubungan kausalitas yaitu dengan melihat nilai probabilitasnya lebih kecil dari 0.05 yang menunjukkan adanya hubungan kausalitas antar variabel. Hal ini diinterpretasikan bahwa antara satu variabel dengan satu variabel lainnya saling mempengaruhi secara timbal balik. Namun, jika hanya satu hipotesis H_0 yang ditolak, berarti terdapat hubungan kausalitas dan hanya hubungan kausalitas satu arah.

Menurut Wahyu (2019), berpendapat bahwa kausalitas adalah hubungan dua arah, maka dalam model ekonometrika tidak terdapat variabel bebas, semua merupakan variabel terikat. *Causality Granger* dilihat dengan membandingkan besarnya Nilai Probabilitas (P Value) dengan tingkat kepercayaan 0,05 (5%), seperti berikut ini :

1. Jika nilai Probabilitas *Y does not Granger Cause X*, atau $P > 0,05$ (5%) maka tidak ada hubungan kausalitas. Jika nilai Probabilitas *X does not Granger Cause Y*, atau $P < 0,05$ (5%) maka ada hubungan kausalitas. Hal ini berarti terdapat kausalitas satu arah ($X \rightarrow Y$).
2. Jika nilai Probabilitas *Y does not Granger Cause X*, atau $P < 0,05$ (5%) maka ada hubungan kausalitas. Jika nilai Probabilitas *X does not Granger Cause Y*, atau $P > 0,05$ (5%) maka tidak ada hubungan kausalitas. Hal ini berarti terdapat kausalitas satu arah ($Y \rightarrow X$).
3. Jika nilai Probabilitas baik *Y does not Granger Cause X* maupun *X does not Granger Cause Y*, atau $P > 0,05$ (5%) maka tidak ada hubungan kausalitas. Hal ini berarti tidak terdapat hubungan kausalitas antara ($Y \rightarrow X$) maupun ($X \rightarrow Y$).
4. Jika nilai Probabilitas baik *Y does not Granger Cause X* maupun *X does not Granger Cause Y*, atau $P < 0,05$ (5%) maka ada hubungan kausalitas. Hal ini berarti terdapat kausalitas dua arah antara ($Y \rightarrow X$) maupun ($X \rightarrow Y$).

3.5. Metode Analisis Variabel *Dummy* untuk Mengetahui Pengaruh Kebijakan *Protocol Kyoto* terhadap Emisi CO₂ di Indonesia

Metode analisis variabel *dummy* dapat menjadi alat yang kuat untuk mengevaluasi pengaruh kebijakan Protokol Kyoto terhadap emisi CO₂ karena memungkinkan peneliti untuk memisahkan efek peristiwa atau kebijakan dari variabel lain dalam analisis. Variabel *dummy* dapat menangkap perubahan diskontinu dalam data, saat perubahan kebijakan terjadi pada waktu tertentu. Hal ini dapat mengevaluasi bagaimana kebijakan tersebut mempengaruhi perilaku atau output yang diamati, sehingga hasil analisis lebih tepat dan mudah diinterpretasikan.

Model ekonometrika *dummy* dengan memakai aplikasi Eviews 9.0, untuk mengetahui pengaruh kebijakan Protokol Kyoto terhadap emisi CO₂ tanpa menurunkan tingkat pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Variabel *dummy* adalah variabel yang digunakan untuk mengkuantitatifkan variabel yang bersifat kualitatif. Variabel *dummy* hanya mempunyai dua nilai yaitu 1 dan 0, serta diberi simbol D. Menurut Ghozali (2013), bahwa *Dummy* memiliki nilai 1 ($D = 1$) untuk salah satu kategori dan nol ($D = 0$) untuk kategori yang lain. Data pertumbuhan ekonomi dan *Dummy* Protokol Kyoto dengan emisi CO₂ di Indonesia digunakan dalam penelitian, dimana *dummy* kelompok tahun berdasarkan sebelum tahun 2005 dan setelah tahun 2005 saat penerapan kesepakatan *Protocol Kyoto* mulai dilakukan di Indonesia pada periode 1980 - 2021. Dimana, *dummy Protocol Kyoto* :

0 = Sebelum menerapkan *Protocol Kyoto* (tahun 1980 – 2004)

1 = Setelah menerapkan *Protocol Kyoto* (tahun 2005 – 2021)

Analisis model *dummy* adalah model yang menggambarkan satu variabel kuantitatif dengan satu variabel kualitatif *dummy*, dengan model persamaan *dummy* berikut :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 D_1 + \varepsilon_{it}$$

$$CO_2 = \beta_0 + \beta_1 PE + \beta_2 D_{dummy} + \varepsilon_{it}$$

Dimana :

Y = Emisi Karbon Dioksida (CO₂)

X₁ = Pertumbuhan Ekonomi

β_0 = Konstanta

$\beta_1 \beta_2$ = Koefisien Regresi

D₁ = *dummy* (0 : Sebelum *Kyoto*, dan 1 : Setelah *Kyoto*)

ε_{it} = *error* / kesalahan prediktor

IV. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah peneliti uraikan pada bab sebelumnya maka dapat penulis berikan kesimpulan sebagai berikut :

1. Tidak ada hubungan kausalitas antara konsumsi energi dengan pertumbuhan ekonomi di Indonesia selama periode 1980 – 2021 dan sebaliknya, dikarenakan sebagian besar masyarakat Indonesia menggunakan energi untuk aktivitas non-produktif seperti sarana transportasi, serta penggunaan alat elektronik di rumah tangga, dan pendapatan masyarakat Indonesia masih bergantung pada sektor agraria atau pertanian tradisional yang sangat minim penggunaan energi. Penggunaan energi tersebut kurang menciptakan nilai tambah (*values added*), sehingga tidak berdampak pada pertumbuhan ekonomi di Indonesia atau sebaliknya. Tidak ada hubungan kausalitas antara pertumbuhan ekonomi dengan konsumsi energi di Indonesia, karena perekonomian di Indonesia ditopang oleh sektor pertanian dan perdagangan, dimana dapat dikatakan lebih kepada penyerapan tenaga kerja (*labour intensive*) dari pada bergantung pada konsumsi energi (*non-energy intensive*), sehingga konsumsi energi tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia dan sebaliknya.
2. Ada hubungan kausalitas satu arah antara pertumbuhan ekonomi dengan emisi karbon dioksida (CO₂) di Indonesia selama periode 1980 – 2021, karena aktivitas – aktivitas yang menaikkan pertumbuhan ekonomi akan menyebabkan emisi CO₂. Terkait hal itu, aktivitas ekonomi di Indonesia saat ini belum sepenuhnya memperhatikan daya dukung lingkungan yang dilihat dari degradasi terhadap lingkungan masih cukup tinggi, begitu juga

dengan emisi yang dihasilkan sehingga kenaikan emisi CO₂ berasal dari kebakaran hutan, deforestasi dan degradasi lingkungan bukan dari aktivitas yang berdampak terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia, sehingga pertumbuhan ekonomi berpengaruh dengan emisi CO₂ di Indonesia, tetapi tidak sebaliknya.

3. Ada hubungan kausalitas dua arah antara konsumsi energi dengan emisi karbon dioksida (CO₂) di Indonesia selama periode 1980 – 2021, dikarenakan terjadinya peningkatan emisi CO₂ akan menjadi pemicu utama pemanasan global berawal dari ketergantungan beberapa negara pada transportasi tidak ramah lingkungan, termasuk di Indonesia yang belum masif penggunaan energi ramah lingkungan. Salah satu penyebabnya adalah mahalnya energi ramah lingkungan seperti panel surya, sehingga penggunaan bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batu bara masih menjadi pilihan pemerintah untuk memproduksi listrik. Hal ini menjadi penyebab peningkatan emisi karbon dioksida (CO₂) yang mencerminkan juga adanya konsumsi energi yang tinggi di Indonesia. Adanya hubungan yang kuat dan dua arah menunjukkan bahwa ada peningkatan konsumsi energi yang menyebabkan peningkatan emisi CO₂ dan sebaliknya, karena pada saat konsumsi bahan bakar fosil yang tinggi maka peningkatan emisi CO₂ juga meningkat dari konsumsi bahan bakar fosil yang mampu meningkatkan emisi CO₂ menjadi tinggi.
4. Kebijakan *Protocol Kyoto* ternyata belum bisa menjadi solusi tepat di Indonesia dalam mengurangi emisi CO₂, karena *Protocol Kyoto* dirancang untuk mengimplementasikan konvensi perubahan iklim yang bertujuan untuk menstabilkan konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) agar tidak mengganggu sistem iklim bumi, bukan untuk menurunkan emisi (GRK). Oleh karena itu, fokus dari *Protocol Kyoto* dalam menurunkan emisi (GRK) di fokuskan pada sektor industri. Sementara di Indonesia banyaknya emisi Gas Rumah Kaca (GRK) terjadi bukan dari limbah industri, melainkan beberapa hal mulai dari transportasi, kehutanan, pengelolaan limbah atau sampah, gedung perkantoran dan rumah tangga serta pertanian.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembahasan dan kesimpulan yang telah disampaikan di atas, penulis akan menguraikan beberapa saran, yaitu sebagai berikut :

1. Pemerintah perlu menetapkan kebijakan yang mendorong efisiensi energi agar intensitas energi semakin rendah dengan cara ; *Pertama*, pemerintah mulai melakukan pembangunan infrastruktur pembangkit listrik tenaga surya, tenaga angin, dan tenaga air sehingga dapat membantu meningkatkan akses masyarakat terhadap energi terbarukan yang bersih dan berkelanjutan. *Kedua*, pemerintah perlu mengurangi biaya energi terbarukan agar lebih terjangkau bagi masyarakat melalui kebijakan subsidi, insentif, dan pengembangan teknologi terbaru. *Ketiga*, pemerintah dapat melakukan edukasi pengetahuan supaya masyarakat lebih terbuka untuk menerapkannya di kehidupan sehari – hari.
2. Terkait tingginya emisi karbon dioksida (CO₂) akibat penggunaan energi, maka diperlukan transformasi teknologi rendah karbon seperti sepeda motor listrik, mobil listrik, bus listrik, KRL (Kereta Rel Listrik) dan kereta MRT (*Mass Rapid Transit*). Hal ini tidak hanya menjaga ekonomi tetap hijau, tetapi juga melestarikan lingkungan untuk generasi yang akan datang, maka pemerintah perlu menerapkan transportasi umum yang ramah lingkungan.
3. Kebijakan *Protocol Kyoto* yang belum mampu menurunkan emisi CO₂ di Indonesia, karena kurangnya keterlibatan dari Negara – Negara maju secara penuh seperti Kanada dan Amerika Serikat yang keluar dari Protokol Kyoto. Rusia, Jepang dan Selandia Baru tetap ikut menjadi anggota Protokol Kyoto namun tidak mau meratifikasi Protokol Kyoto dengan alasan mengganggu kondisi perekonomian dalam negeri. Oleh karena itu, pemerintah juga harus beralih kepada kebijakan baru yang lebih efektif dan tepat untuk diterapkan dalam menurunkan emisi CO₂ di Indonesia, seperti *Reducing Emissions from Deforestation in Developing Countries* (REDD+), transportasi berkelanjutan, pajak emisi karbon (CO₂), pembangunan hutan tanaman industri dan *Paris Agreement*.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Acheampong, A.O. 2018. Economic Growth, CO 2 Emissions and Energy Consumption : What Causes what and where?. *Jurnal Ekonomi Energi. Volume 7, No.4.*
- Afrina, Y. 2015. Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi dan Penduduk Terhadap Konsumsi Energi di Indonesia. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Riau. Volume 2(2).*
- Aisya, Naila Sukma. 2019. Dilema Posisi Indonesia dalam Persetujuan Paris tentang Perubahan Iklim, *Indonesian Perspective, Vol. 4, No. 2.*
- Akram. 2012. Is Climate Change Hinder Economic Growth of ASIAN Economies?, *Asia-Pacific Development Journal. 19 (2).*
- Al-Mulali, U., dan Che Sab, C.N,B. 2012. The impact of energy consumption and CO2 emission on the economic and financial development in 19 selected countries. *Renewable and Sustainable Energy Review. Elsevier, vol. 16(7), halaman 4365-4369.*
- Ameer, Muhamad. 2020. Environmental Kuznets Curve (EKC) pada Negara Berpendapatan Menengah di Kawasan ASEAN, *Jurnal Wilayah dan Lingkungan, Volume 8 Nomor 3.*
- Anderson. 2019. "Carbon Taxes and CO2 Emissions: Sweden as a Case Study". *American Economic Journal : Economic Policy 11 (4), hlm.1-30.*
- Anderson, D. A. 2020. *Enviromental Economics and Natural Resource Management.* New York : Routledge.
- Arifin, Kharisma Khalida., Ramadahan, Elang Muhammad Rafly., dan Ruslan, Budiana. 2023. Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Emisi CO2 di Indonesia, *Jurnal Pendidikan Ekonomi Volume 17 Nomor 1.*
- Arista, T. R., dan Amar, S. 2019. Analisis Kausalitas Emisi Co2, Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi, Dan Modal Manusia Di Asean. *Jurnal Kajian Ekonomi Dan Pembangunan. Edisi 1, Volume 1 No.2, hal. 519-532.*

- Ayuningsih, Adinda Noura, dkk. 2023. Ratifikasi Paris Agreement Dan Pengaplikasian National Determined Contribution (NDC) Indonesia. *Jurnal Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Jambi (JISIP-UNJA)*, Vol. 7 No. 1.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 2018. *Indonesia Darurat Energi*. Jakarta : BPPT.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2020. *Keselarasn Kebijakan Energi Nasional (KEN) dengan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) dan Rencana Umum Energi Daerah (RUED)*. Jakarta : Bappenas.
- Biatmoko, Ivenda Septania Nuru. 2023. Pertumbuhan Ekonomi Dan Emisi Karbon Dioksida di Indonesia, *Jurnal Ilmu Ekonomi (JIE)*, Vol. 7, No. 1.
- Breusch, T.S., dan Pagan, A.R. 1980. Tes Pengali Lagrange dan Aplikasi untuk Memodelkan Spesifikasi dalam Ekonometrika. *Kajian Studi Ekonomi, Volume 47(1)*, halaman 239-253.
- Budiwan. 2020. Analisis Pengaruh Konsumsi Energi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Dan Emisi Karbon Dioksida Di Indonesia, *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan, Volume 1, No. 1*.
- Buanawaty, P., dan Hastiadi, F. F. 2017. The Impact of Kyoto Protocol on Environment Quality in the Free Trade Era : Case of G20 Countries. *International Journal of Economics and Financial Issues, Econjourna (3)*.
- Cakrawati, Sudjoko. 2021. “Strategi Pemanfaatan Kendaraan Listrik Berkelanjutan Sebagai Solusi Untuk Mengurangi Emisi Karbon”. *Jurnal Paradigma: Jurnal Multidisipliner Mahasiswa Pascasarjana Indonesia. Vol. 2 No. 2, hlm. 54-68*.
- Chandra, K., A. 2018. Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi dan Penanaman Modal Asing Terhadap Emisi Karbon Dioksida di Delapan Negara Kawasan ASEAN Periode 2004-2013, *Jurnal Ilmiah Universitas Surabaya, Vol.7 No.1*.
- Claudia, Cindy. 2015. Dampak Ratifikasi Protokol Kyoto Terhadap Kebijakan Pemerintah Indonesia Dalam Menjaga Kelestarian Ekosistem Hutan Di Provinsi Riau Tahun 2004 – 2014. *Jom FISIP, Volume 2 No. 2*.
- Climate Analytics. 2023. “Paris Agreement Ratification Tracker”, Diakses Melalui : <https://climateanalytics.org/briefings/ratification-tracker/>.
- CNN Indonesia. 2021. Kebijakan OPEC Angkat Harga Minyak ke Level Tertinggi Setahun. Retrieved from CNN Indonesia: <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20210208062426-85-603431/kebijakan-opec-angkatharga-minyak-ke-level-tertinggi-setahun/>.
- Darajati, M.R. 2020. Efektivitas Protokol Kyoto Dalam Masyarakat Internasional Sebagai Suatu Rezim. *Jurnal Kajian Ekonomi Hukum Syariah, Vol.6 No. 1*.

- David, S. 2013. Energy and Economics Growth. *Encyclopedia of Energi, Volume 2*.
- Dharmawan, I.W.S. 2020. *Isu perubahan iklim serta upaya mitigasi dan adaptasi sektor kehutanan*. Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam. Bogor : Balitbanghut.
- Deutsche, W. 2021. Pemerintah Prancis Hadapi Gugatan Hukum Soal Lemahnya Kinerja Iklim. Retrieved from *Deutsche Welle (DW) website: <https://www.dw.com/id/lsm-lingkungan-gugat-pemerintah-prancis-soal-kinerja-iklim/a56221337/>*.
- Dumitrescu, E.I., dan Hurlin, C. 2012. Pengujian Non-Kausalitas Granger dalam Panel Heterogen. *Pemodelan Ekonomi, 29(4), 1450-1460*.
- Dwi I.S., N., Rahmadani, F., Pardian I.P., D., dan Yudatama, D., S. 2019. Kausalitas Konsumsi Energi Hydroelectricity, Emisi Karbon Dioksida Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia, *Indicators Vol 1 (2)*.
- Energy Information Administration. 2015. *International Energy Statistic : International Data and Analysis*. Retrieved from <http://www.eia.gov/beta/international/data/browser/>.
- Faisal, I.P., Catra, I.C., Indra, C., Restu, M., dan Suwarno. 2013. Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Penduduk, dan Energi, serta Pengaruh Pembangunan Energi Berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Internasional Ekonomi Energi dan Kebijakan Energi. Edisi 1, Volume 13*.
- Fauzi, R. 2017. Pengaruh Konsumsi Energi, Luas Kawasan Hutan Dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Emisi Co2 Di 6 (Enam) Negara Anggota Asean : Pendekatan Analisis Data Panel. *Ecolab, 11(1)*.
- Febriyastuti, W.R., dkk. 2022. Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Populasi Penduduk Kota, Keterbukaan Perdagangan Internasional terhadap Emisi CO2 di Negara Asean. *Agricultural Economics (Czech Republic), Volume 3(1)*.
- Galderisi dan D'Errico. 2018. β -Blockers and Coronary Flow Reserve : The Importance of a Vasodilatory Action. *Drugs, 68 (5)*.
- Gerden, T. 2018. The Adoption of the Kyoto Protocol of the United Nations Framework Convention on Climate Change. *Prispevki Za Novejso Zgodovino, 58 (2)*.
- Ghozali, Imam. 2013. Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 21 Update PLS Regresi. Semarang : Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Handoyo. 2021. Arab Saudi Menaikkan Harga Minyak untuk Pasar Asia dan AS di Tahun Depan. Retrieved from <https://newssetup.kontan.co.id/news/arab-saudi-menaikkan-harga-minyak-untuk-pasar-asia-dan-as-di-tahun-depan/>.

- Harris, J. M., dan Roach, B. 2021. *Environmental and Natural Resource Economics (Fifth)*. New York : Routledge Taylor & Francis Group.
- Hon Chung Lau. 2022. *Decarbonization roadmaps for ASEAN and their implications*. *Energy Reports*. Elsevier, Vol. 8, Pages 6000-6022.
- <https://lindungihutan.com/blog/protokol-kyoto-dan-mekanismenya/>
- <https://www.ssas.co.id/carbon-tax-siapa-diuntungkan/>
- <https://www.republika.co.id/berita/r2alf3/puluhan-Negara-tak-akan-jual-mobil-bensin-mulai2035/>
- Indartik, Nunung Parlinah dan Mega Lugina. 2021. “Upaya Pembangunan Hutan Tanaman Industri Untuk Penurunan Emisi Karbon”. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan Vol. 8 No. 2*, hlm.139 – 147.
- International Institute for Sustainable Development. 2023. *Tinjauan Subsidi Energi di Indonesia*. Jenewa: IISD (The International Institute for Sustainable Developmen).
- Isnan, W. 2018. Kebijakan Pengurangan Emisi Gas Rumah Kacadarisektor Penggunaan Lahan Dan Perubahan Tata Guna Lahan Kehutanan (Lulucf). *Buletin Eboni*, 15.
- James. 2019. *The Impact of Kyoto Protocol on Environment Quality, Climate Change*. Bonn: UNFCCC.
- Jian, Y., Zhou, Z., dan Zhou, N. 2019. *Brand Cultural Symbolism, Brand Authenticity, and Consumer Well-Being : The Moderating Role of Cultural Involvement*. *Journal of Product and Brand Management*, 28(4), 529–539.
- Jing Li., Irfan, Muhammad., Samad, Sarminah., Ali, Basit., Zhang, Yao., Badulescu, Daniel., and Badulescu, Alina. 2023. The Relationship between Energy Consumption, CO2 Emissions, Economic Growth, and Health Indicatorsm, *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
- Juliansyah N. 2014. *Analisis Data Penelitian Ekonomi & Manajemen*. Jakarta : Grasindo.
- Kahia, M., Ben, J. M., Belloumi, M. 2019. Analisis Dampak Konsumsi Energi Terbarukan dan Pertumbuhan Ekonomi pada Emisi Karbon Dioksida di 12 Negara MENA. *Teknologi Bersih dan Kebijakan Lingkungan*, 21(4), 871-885.
- Kementerian ESDM. 2021. Komitmen Pemerintah Kurangi Emisi Karbon. Retrieved from website: <https://www.kemenkeu.go.id/publikasi/berita/ini-komitmen-pemerintah-kurangi-emisi-karbon/>.

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2016. *Buku Pintar: Perubahan Iklim dan Perjanjian Paris Perubahan Iklim, Perjanjian Paris, dan Nationally Determined Contribution*. Jakarta : KLHK.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2022. *Laporan Inventarisasi GRK 2021 dan Monitoring, Pelaporan, Verifikasi (MPV)*. Jakarta : Dirjen PPI.
- Kementerian Luar Negeri Republik Indonesia. 2019. “Perubahan Iklim”, Retrieved: <http://www.kemlu.go.id/id/kebijakan/isu-khusus/Pages/PerubahanIklim.aspx>.
- Komala, H.S., dan Aryani, M.I. 2022. Dampak Ratifikasi Protokol Kyoto Terhadap Kebijakanperubahan Iklim Australia Pada Pemerintahan Perdana Menteri Kevin Rudd, *Journal Publicuho, Volume 5 Number 2*.
- Kristina. 2021. Apa Itu Emisi Karbon? Kenali Penyebab, Dampak, dan Cara Mengurangnya”. Retrieved from website <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-5796741/apa-itu-emisi-karbon-kenali-penyebab-dampak-dan-cara-mengurangnya/>.
- Kummel, R. 2021. *The Second Law of Economics*. New York : Springer.
- Laucereno, S. F. 2021. Mulai 2030, Inggris Larang Penjualan Mobil Bensin. Retrieved from [detik.com website https://finance.detik.com/energi/d-5260740/mulai-2030-inggris-larang-penjualan-mobil-bensin/](https://finance.detik.com/energi/d-5260740/mulai-2030-inggris-larang-penjualan-mobil-bensin/).
- Liu, Jianghua, Nianjiao Gong, and Jiahong Qin. 2022. “How Would The Carbon Tax on Energy Commodities Affect Consumer Welfare? Evidence from China’s Household Energy Consumption System”. *Journal of Environmental Management, 317, hlm.168*.
- Lu, W. 2017. Greenhouse Gas Emissions, Energy Consumption and Economic Growth: A Panel Cointegration Analysis for 16 Asian Countries. *Environmental Research and Public Health, 14*.
- Mankiw, N. G. 2007. *Makro Ekonomi*. Jakarta : Erlangga.
- Marron, D., Toddr, E., dan Austin, L. 2015. Taxing Carbon: What, Why and How. *Tax Policy Center*. Retrieved from website <https://www.taxpolicycenter.org/publications/taxing-carbon-what-why-and-how/>.
- Mohamed Al-Shami. 2023. Studi Berbasis VAR pada Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi. *Jurnal Internasional Ekonomi Energi dan Kebijakan Energi. Edisi 1, Vol 13*.
- Mohammad Al-Zuhair dan Talal Al-Bazali. 2022. Kausalitas antara Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi : Kasus Kuwait. *Jurnal Internasional Ekonomi Energi dan Kebijakan Energi. Edisi 6, Vol 12*.

- Muhammad, A., H. 2019. Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Konsumsi Energi Baru Terbarukan, Emisi CO₂ dan Perdagangan Terhadap Indeks Pembangunan Manusia. *Jurnal Ilmiah FEB Univ. Brawijaya*, Vol.7 No.2.
- Nana Sudjana dan Ibrahim. 2019. *Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*. Bandung : Sinar Baru.
- Nathaniel S., dkk. 2020. Energi Terbarukan, Urbanisasi, dan Jejak Ekologis di Timur Tengah dan Afrika Utara. *Environmental Science and Pollution Research*, Volume 27(13), hlm. 14601-14613.
- Nicholas, H.S. 2013. *Stern Review : The Economics of Climate Change*. Vol. 30. London : HM Treasury.
- Nofansya, Aldy., Sari, Deasy Silvy dan Yulianti, Din. 2023. Implementasi Perjanjian Paris dalam Kebijakan Luar Negeri Indonesia, *Padjadjaran Journal of International Relations*, Vol. 5 No.1.
- Noor dan Siddiqi. 2010. Energy Consumption and Economic Growth in South Asian Countries: A Co-Integrated Panel Analysis. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, Vol. 4.
- Nugraha dan Osma. 2019. Perkembangan Konsumsi dan Penyediaan Energi dalam Perekonomian Indonesia. *Indonesian Journal of Agricultural Economics*, Volume 2 No.1.
- Omar M. Alkawasbeh, Abdalla, A., dan Amro, A. 2013. Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi dan Emisi CO₂ di Timur Tengah. *Jurnal Internasional Ekonomi Energi dan Kebijakan Energi*. Edisi 1, Vol 13.
- Omri, A. 2013. CO₂ Emissions, Energy Consumption and Economic Growth Nexus in MENA Countries: Evidence from Simultaneous Equations Models. *Energy economics*, Volume 40.
- Onofrei, Mihaela. 2022. Anca Florentina Vatamanu and Elena Cigu, The Relationship Between Economic Growth and CO₂ Emissions in EU Countries: A Cointegration Analysis, *Frontiers in Environmental Science*.
- Permana, R. 2009. Pengaruh Partai Republik Terhadap Penolakan Ratifikasi Protokol Kyoto oleh AS pada UNFCCC, Bali. Retrieved from <https://etd.umsida.ac.id/id/eprint/10791/>.
- Pesaran, M.H, dkk. 2021. Tes Diagnostik Umum untuk Cross-Sectional Ketergantungan pada Panel. *Ekonomi Empiris*, Vol. 60(1), hlm. 13-50.
- Pesaran, M.H., Schuermann, T., dan Weiner, S.M. 2004. Pemodelan Daerah Saling Ketergantungan Menggunakan Model Makroekonometrik Koreksi Kesalahan Global. *Jurnal Statistik Bisnis dan Ekonomi*, 22(2).

- Petroleum, B. 2019. *Statistical Review of World Energy*. London: British Petroleum.
- Phillips, P.C.B., dan Sul, D. 2003. Estimasi Panel Dinamis dan Pengujian Homogenitas di bawah Ketergantungan Penampang. *Jurnal Ekonometrika*, Vol. 6(1), hlm. 217-259.
- Pirlogea. 2012. The Human Development Relies on Energi. *Panel Data Evidence. Procedia : Economics and Finance*.
- Pradita, Sylviera. 2017. Implikasi Ratifikasi Protokol Kyoto terhadap Politik Internasional dan Domestik Indonesia, *Jurnal Analisis Hubungan Internasional*, Vol. 6 No.1.
- Pramudianto, Andreas. 2016. Dari Kyoto Protocol 1997 K ocol 1997 Ke Paris Agr aris Agreement 2015: Dinamika Eement 2015: Dinamika Diplomasi Perubahan Iklim Global Dan Asean Menuju 2020, *Global: Jurnal Politik Internasional*, Volume 18 Number 1.
- Prasetyowati, D. 2021. *Bantuan Luar Negeri Kepada Indonesia Dalam Kerangka REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation)*. Jakarta : Universitas Pembagunan Nasional Veteran Jakarta.
- Prastika, A. 2023. Hubungan Antara Tingkat Konsumsi Energi Listrik Dengan Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia, *Jurnal Ilmu Ekonomi (JIE)*, Vol.7, No.1.
- Pratama, R., dan Parinduri, L. 2019. Penanggulangan Pemanasan Global, *Buletin Utama Teknik*, Vol. 15 No. 1.
- Pratama, Muhammad Wirya. 2020. Kepatuhan Indonesia Terhadap Perjanjian Internasional Mengenai Isu Lingkungan Hidup yang Berdampak Pada Perubahan Iklim, Studi Kasus: Deforestasi Jambi dan Riau, *Journal of International Relations*, Volume 6, Nomor 4.
- Pratiwi, D., R. 2021. Analisis Hubungan Kausalitas Pertumbuhan Ekonomi, Konsumsi Energi, Dan Emisi CO2 di Indonesia Pada Periode 1980-2019, *Jurnal Budget* Vol. 6, No. 1.
- Putri A.R., Gunarto T., Emalia Z., dan Murwiati A. 2022. Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Pertumbuhan Penduduk, dan Konsumsi Energi Terhadap Emisi CO2 di Indonesia, *Jurnal Multidisiplin Ilmu*, Volume 1, No. 6.
- Ramli. 2021. Krisis Energi Kian Buruk, Harga Minyak Dunia Terus Melonjak. Retrieved form website <https://money.kompas.com/read/2021/10/13/055432926/krisis-energi-kian-buruk-harga-minyak-dunia-terus-melonjak/>.
- Rasyid Latief dan Lin Lefen. 2019. *Foreign Direct Investment in the Power and Energy Sector, Energy Consumption, and Economic Growth: Empirical Evidence from Pakistan*. Edisi 11 (1), Hal 192.

- Reksohardiprodjo, Sukanto dan Pradono. 2016. *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Energi*. Yogyakarta : Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Gajah Mada.
- Rif, Davira Syifa dan Suwatno. 2022. Ratifikasi Terhadap Traktat Persetujuan Paris (Paris Agreement) Sebagai Wujud Implementasi Komitmen Indonesia Dalam Upaya Mitigasi Dan Adaptasi Perubahan Iklim, *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan Undiksha Vol. 10 No. 2*.
- Salari, Mahmoud., Javid, Roxana J., dan Noghanibehambari, Hamid. 2021. The Nexus Between CO2 Emissions, Energy Consumption, and Economic Growth in The U.S. *Economic Analysis and Policy, Volume 69*.
- Shahbaz, M., Hye, Q. M. A., Tiwari, A. K., dan Leitao, N. C. 2013. Economic Growth, Energy Consumption, Financial Development, International Trade and CO2 Emissions in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 25*.
- Situmorang. 2021. Kualitas Udara di Indonesia Terus Memburuk. Retrieved from website <https://www.beritasatu.com/news/783001/kualitas-udara-di-indonesia-terus-memburuk/>.
- Sodik, D.P, Nur, W, Suharno, Arintoko, Herman, S., dan Lilis, S.B. 2023. Pengaruh Konsumsi Energi dan Energi Terbarukan terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia. *Jurnal Internasional Ekonomi Energi dan Kebijakan Energi. Edisi No. 1, Volume 13*.
- Soytas, U., dan Sari, R. 2009. Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Emissions: Challenges Faced by an EU Candidate Member. *Ecological Economics, Volume 68*.
- Suartha, N. 2016. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingginya Laju Pertumbuhan dan Implementasi Kebijakan Penduduk di Provinsi Bali. *Jurnal Kependudukan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia. Vol. 12(1)*.
- Sudjana dan Ibrahim. 2019. *Penelitian Kualitatif&Kuantitatif*. Bandung:Sinar Baru.
- Sukirno, S. 2015. *Pengantar Teori Makroekonomi*. Jakarta : Raja Grafindo Persada.
- Suprihatin, Siti. 2017. Pengaruh Model Pembelajaran Jigsaw terhadap Hasil Belajar Studi Masyarakat Indonesia Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Ekonomi, Vol. 5 No.1*.
- Susanto, Joko dan Laksana, Dwi Hari. 2013. Uji Kausalitas antara Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi di ASEAN. *Buletin Ekonomi Vol 11, No.1*.
- Susilowati, I., Ahmad, S.T.M., Faturrahman, T., dan Hidayat, R.F. 2022. Efektivitas Protokol Kyoto Dalam Mereduksi Emisi Gas Rumah Kaca Di Indonesia. *Journal of Legal Research, Vol. 4 Nomor 5*.

- Titi, R.A, Syamsul, A. 2019. Analisis Kausalitas Emisi CO₂, Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi, Dan Modal Manusia di Asean. *Jurnal Kajian Ekonomi dan Pembangunan, Volume 1, Nomor 2*.
- Todaro dan Smith. 2021. *Pembangunan Ekonomi (Sebelas)*. Jakarta : Erlangga.
- VOA Indonesia. 2021. RI Targetkan Emisi Karbon Berkurang 400 Juta Ton di 2030. Retrieved from CNBC Indonesia website <https://www.cnbcindonesia.com/news/20210318121211-4-231055/ri-targetkan-emisi-karbon-berkurang-400-juta-ton-di-2030/>.
- Wahyudi, Jatmiko. 2021. Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca. *Jurnal Litbang. Volume XII, No.1*.
- Wang, S., Li, Q., Fang, C., Zhou, C. 2016. Hubungan antara Pertumbuhan Ekonomi, Konsumsi Energi, dan Emisi CO₂ : Bukti empiris dari China. *Ilmu Lingkungan Total, 542, hlm. 360-371*.
- Wicaksono, D. A., dan Yurista, A. P. 2013. Konservasi Hutan Partisipatif Melalui REDD+ (Studi Kasus Kalimantan Tengah Sebagai Provinsi Percontohan REDD+). *Jurnal Wilayah dan Lingkungan, Vol. 1 No. 2*.
- World Bank. 2023. CO₂ Emissions (Metric Tons per Capita) Indonesia tahun 2012-2021. Retrieved from *The World Bank* : <https://www.worldbank.org/>.
- World Bank. 2023. Energy Use (Kg of Oil Equivalent per Capita) Indonesia tahun 2012-2021. Retrieved from *The World Bank*: <https://www.worldbank.org/>.
- World Bank. 2023. GDP per Capita Indonesia tahun 2012-2021. Retrieved from *The Our World in Data*: <https://ourworldindata.org/>.
- Yusgiantoro, P. 2020. *Ekonomi Energi : Teori dan Praktik*. Jakarta : LP3ES.
- Zuldareva, Fikri. 2017. Analisis Pengaruh Konsumsi Energi Dan Emisi Co₂ Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia Periode 1981-2014. *Jurnal Jurusan Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Universitas Brawijaya Malang*.