

**ANALISIS DETERMINAN DAN KEBIJAKAN EKONOMI TERHADAP  
EMISI GAS KARBON DIOKSIDA**  
*(Studi Kasus: Lower Middle Income, Upper Middle Income, and High Income)*

(Tesis)

Oleh  
**HAFIZD KHALAM RAMADHAN**  
**NPM 2121021016**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER ILMU EKONOMI  
FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

**ANALISIS DETERMINAN DAN KEBIJAKAN EKONOMI TERHADAP  
EMISI GAS KARBON DIOKSIDA  
(Studi Kasus: *Lower Middle Income, Upper Middle Income, and High Income*)**

**Oleh**

**Hafizd Khalam Ramadhan**

**Tesis**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar**

**MASTER EKONOMI**

**Pada**

**Program Studi Magister Ilmu Ekonomi**

**Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung**



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

**2023**

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS DETERMINAN DAN KEBIJAKAN EKONOMI TERHADAP EMISI GAS KARBON DIOKSIDA**

**(Studi Kasus: *Lower Middle Income, Upper Middle Income, and High Income*)**

**Oleh**

**Hafizd Khalam Ramadhan**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis determinan, serta menjelaskan secara deskriptif kebijakan ekonomi terhadap emisi gas karbon dioksida. Data yang dipergunakan dalam penelitian ini merupakan data panel yang terdiri dari *time series* tahun 2000-2019, dan *cross section* dari masing-masing kelompok negara *Lower Middle Income, Upper Middle Income, and High Income*. Variabel yang dipergunakan dalam penelitian ini seperti, emisi gas karbon dioksida, sektor industri, sektor transportasi, populasi penduduk kota, dan protokol *Kyoto*. Alat analisis yang dipergunakan adalah regresi data panel yaitu *Fixed Effect Model* (FEM). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sektor transportasi, populasi penduduk kota, dan protokol *Kyoto* berpengaruh secara positif dan signifikan, sementara sektor industri berpengaruh secara negatif dan signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida pada kelompok negara berpendapatan menengah ke bawah. Kemudian sektor transportasi, populasi penduduk kota dan protokol *Kyoto* berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida pada kelompok negara berpendapatan menengah ke atas. Selanjutnya sektor industri, dan sektor transportasi berpengaruh secara positif dan signifikan, sementara protokol *Kyoto* berpengaruh secara negatif dan signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida pada kelompok negara berpendapatan tinggi.

**Kata kunci:** Emisi Gas Karbon Dioksida, Sektor Industri, Sektor Transportasi, Populasi Penduduk Kota, Protokol *Kyoto*, *Fixed Effect Model* (FEM).

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF DETERMINANTS AND ECONOMIC POLICIES ON CARBON DIOXIDE EMISSIONS**

**(Case Study: Lower Middle Income, Upper Middle Income, and High Income)**

**By**

**Hafizd Khalam Ramadhan**

This study aims to analyze the determinants, as well as to explain descriptively economic policies on carbon dioxide gas emissions. The data used in this study is panel data consisting of the 2000-2019 time series, and cross sections from each group of Lower Middle Income, Upper Middle Income, and High Income countries. The variables used in this study include carbon dioxide gas emissions, industrial sector, transportation sector, urban population, and Kyoto protocol. The analytical tool used is the panel data regression, namely the Fixed Effect Model (FEM). The results of this study indicate that transportation sector, urban population, and Kyoto protocol have a positive and significant effect, while industrial sector has a negative and significant effect on carbon dioxide gas emissions in the lower middle income group of countries. Then transportation sector, urban population and Kyoto protocol have a positive and significant effect on carbon dioxide gas emissions in the Upper middle income group of countries. Furthermore, industrial sector and transportation sector have a positive and significant effect, while Kyoto protocol has a negative and significant effect on carbon dioxide gas emissions in the High income group of countries.

**Keywords:** Carbon Dioxide Emissions, Industrial Sector, Transportation Sector, Urban Population, Kyoto Protocol, Fixed Effect Model (FEM).

Judul Tesis

: **ANALISIS DETERMINAN DAN KEBIJAKAN  
EKONOMI TERHADAP EMISI GAS KARBON  
DIOKSIDA (Studi Kasus: *Lower Middle Income,  
Upper Middle Income, and High Income*)**

Nama Mahasiswa

: **Hafidz Khalam Ramadhan**

No. Induk Mahasiswa

: **2121021016**

Program Studi


: **Magister Ilmu Ekonomi**

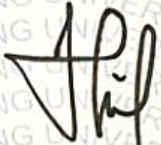
Fakultas

: **Ekonomi dan Bisnis**



1. **Komisi Pembimbing**

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

  
**Dr. Tiara Nirmala, S.E., M.Si.**  
NIP. 19840615 200812 2004

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

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



**MENGESAHKAN**

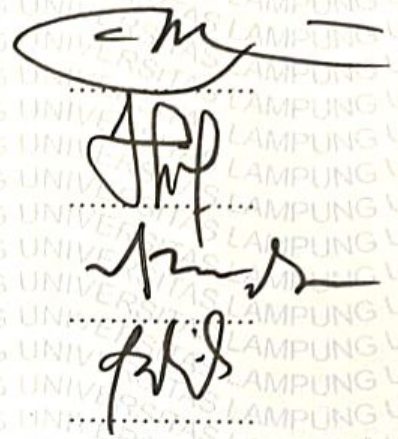
**1. Tim Penguji**

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

**Sekretaris : Dr. Tiara Nirmala, S.E., M.Si.**

**Penguji I : Dr. Neli Aida, S.E., M.Si.**

**Penguji II : Dr. Arivina Ratih, S.E., M.M**



**Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis**



**Prof. Dr. Nairobi, S.E., M.Si.**  
NIP. 19660621 199003 1 003

**3. Direktur Program Pascasarjana**



**Prof. Dr. Ir. Murchadi, M.Si.**  
NIP. 19640326 198902 1 001

**4. Tanggal Lulus Ujian Tesis : 31 Mei 2023**

## **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 di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar. Maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi sesuai yang berlaku.

Bandar Lampung, 31 Mei 2023

Penulis,



**HAFIZD KHALAM RAMADHAN**

## RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Pringsewu pada tanggal 25 Desember 1999, sebagai anak bungsu dari empat bersaudara oleh pasangan Bapak Busro Basir dan Ibu Hery Yanti.

Pendidikan yang ditempuh penulis yaitu Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Pringsewu Barat diselesaikan pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 3 Pringsewu diselesaikan pada tahun 2014, Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Pringsewu diselesaikan pada tahun 2017, dan menyelesaikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Ekonomi Pembangunan pada tahun 2021. Adapun kegiatan organisasi yang pernah diikuti yaitu sebagai Staf Ahli KAPOLHUM BEM U KBM UNILA tahun 2018, Anggota Panitia Khusus Pemilihan Raya (PANSUS) UNILA tahun 2018, Kepala Bidang Humas ROIS FEB UNILA tahun 2019, Kepala Bidang Keilmuan dan Penalaran HIMEPA FEB UNILA tahun 2020. Pada tahun 2019 penulis mengikuti kegiatan KKL (Kuliah Kunjung Lapangan) di Badan Kebijakan Fiskal Kementerian Keuangan, Bappenas, dan Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian. Pada tahun 2019 penulis juga pernah melakukan KKN (Kuliah Kerja Nyata) di pekon Pahayu Jaya, Kecamatan Pagar Dewa, Kabupaten Lampung Barat. Penulis juga merupakan penerima beasiswa Bidik Misi.

Selanjutnya pada tahun 2021 penulis melanjutkan pendidikannya sebagai mahasiswa Magister Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung dan mendapatkan Beasiswa Pascasarjana yaitu *Research And Teaching Assistant* bebas SPP selama 4 semester.



## **MOTTO**

“So Which of Favors of Your Lord Would You Deny?”

(Q.S: Ar-Rahman)

“Tanpa tindakan, pengetahuan tidak ada gunanya dan pengetahuan tanpa tindakan itu  
sia-sia”

(Abu Bakar Ash Shiddiq)

“Anak Muda Memang Minim Pengalaman, Karena Itu Ia Tak Tawarkan Masa Lalu.  
Anak Muda Menawarkan Masa Depan”

(Anies Rasyid Baswedan)

“Tiada Hari Tanpa Belajar”

(Hafizd Khalam Ramadahan)

## PERSEMBAHAN

Dengan segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT dan Nabi Besar Muhammad SAW, serta berkat limpahan rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini. Penulis persembahkan dengan segala ketulusan dan kerendahan hati kepada:

Kepada orang tua penulis yang terhormat, yang tersayang, dan yang penulis banggakan yaitu Bapak Busro Basir dan Ibu Hery Yanti. Terima kasih atas segala bentuk pengorbanan dan semua hal yang telah diberikan kepada penulis yang tidak akan pernah bisa terbalas.

Untuk Abang-abangku Agry Jaka Budiman, Muhammad Ilham Mahatir, dan Fitra Rayhan Akbar, terima kasih selalu memberikan dukungan, semangat dan kepercayaan bagi penulis untuk terus menjadi kebanggaan keluarga. Untuk Tanteku Haslinda Umar, Uni dr. Aida Umar, Om Maisar, Uni Inge dan Abang Aim yang selalu memberikan dukungan, semangat dan kepercayaan bagi penulis.

Terima kasih kepada Universitas Lampung atas kesempatan yang diberikan kepada saya berupa **Beasiswa Pascasarjana** yaitu *Research And Teaching Assistant* dengan bebas SPP selama 4 semester. Sehingga penulis dapat mewujudkan mimpi penulis untuk melanjutkan studi yang lebih tinggi.

Terima kasih Kepada **Bank Indonesia Institute** sebagai pemberi dana bantuan penelitian, sehingga penulis terus semangat untuk menyelesaikan tesis ini, serta mewujudkan mimpi penulis untuk selalu menjadi lebih baik.

Serta tak lupa,

Almamater tercinta, Magister Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis  
Universitas Lampung.

## SANWACANA

### *Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarokatuh*

Alhamdulillahirobil alamin, Puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat limpahan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Analisis Determinan Dan Kebijakan Ekonomi Terhadap Emisi Gas Karbon Dioksida (Studi Kasus: *Lower Middle Income, Upper Middle Income, and High Income*)” yang merupakan salah satu syarat dalam memperoleh gelar Master Ekonomi di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian tesis ini tidak akan berjalan dengan baik tanpa adanya dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya Kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A, IPM 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 Dr. Arivina Ratih Taher, S.E., M.M selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung, sekaligus sebagai dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu memberikan masukan dan saran pada tesis ini.
5. Ibu Dr. Marselina Djayasinga, S.E., M.P.M selaku dosen Pembimbing I, sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan dan motivasi selama penulis menjalankan studi di Magister Ilmu

Ekonomi Universitas Lampung.

6. Ibu Dr. Tiara Nirmala, S.E., M.Si. selaku dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan motivasi dan semangat dalam penulisan tesis ini dan meluangkan waktu di tengah kesibukannya, serta memberikan saran, arahan ataupun masukan kepada penulis.
7. Ibu Dr. Neli Aida, S.E., M.Si. selaku Ketua Jurusan Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung, sekaligus sebagai dosen Penguji I yang telah meluangkan waktu memberikan masukan dan saran pada tesis ini.
8. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Ekonomi dan Bisnis yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pelajaran yang sangat bermanfaat selama menuntut ilmu di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung
9. Terimakasih kepada Uni Mimi, Ibu Yati, Mas Budi, dan Mba Sella yang telah memberikan semangat, dukungan, makanan, dan ruangan yang begitu nyaman untuk penulis dalam menunggu kepastian dari dosen, serta berbagai hal kepengurusan administrasi lainnya.
10. Orangtua Tercinta, Bapak Busro Basir dan Ibu Hery Yanti yang selalu memberikan doa dan dukungannya kepada penulis, terima kasih untuk segalanya.
11. Tak terlupa abang-abangku Agry Jaka Budiman, M. Ilham Mahatir dan Fitra Rayhan Akbar, S.T yang selalu mendukung secara moril maupun materil dan memberikan doa yang tulus.
12. Terimakasih kepada Almarhumah Tersayang Nenek Syamsidar Daik, Almarhum Datuk Jalin Mangkuto Sutan, Almarhumah Nenek Nurlela Utiah, Almarhum Datuk Basir Bagindo Said, Almarhum Papi Umar Latif, Almarhum Mak Adang Darlius, Almarhum Mak Angah Amran, Almarhumah Mak Uwo Suwarni, Almarhumah Mak Uwo Ernawilis, Almarhum Pak Angah Afrizal, Almarhumah Tante Yusnibet dan Almarhumah nenek Uyut Nuriah Daik.
13. Serta Terima kasih kepada Mak Uwo Yunizal Helmi B.A, tanteku Haslinda Umar, om Agusman, Om Maisar, Uni dr. Aida Umar, Uni Refni Septika, Uni Tiyas Riskhita, S.Si, adek-adekku Rizki Rivaldo, dan M. Ridho, serta ponakaan



tersayang Azam dan Arfan.

14. Kawan-Kawan seperjuangan Magister Ilmu Ekonomi Angkatan 2021, Bang Sony, Bang Bobby, Bang Imron, Daffa, Kak Putri, Kak Desi, Kak Cyntia, Kak Dechi, dan Kak Nina. Terima kasih kepada abang-abangku dan mba-mba atas kebersamaan selama ini yang sudah berjuang bersama-sama dari perkuliahan awal hingga menyelesaikan tesis. Semoga kedepannya kita MIE 2021 menjadi orang sukses semuanya, Aamiin.
15. Terima kasih kepada Universitas Lampung atas kesempatan yang diberikan kepada saya berupa **Beasiswa Pascasarjana** yaitu *Research And Teaching Assistant* dengan bebas SPP selama 4 semester. Sehingga penulis dapat mewujudkan mimpi penulis untuk melanjutkan studi yang lebih tinggi lagi, semoga ilmu dan pengetahuan yang penulis peroleh dapat berguna kedepannya khususnya untuk penulis, serta bagi nusa, bangsa, dan agama.
16. Terima kasih kepada **Bank Indonesia Institute** sebagai pemberi dana bantuan penelitian, sehingga penulis terus semangat untuk segera menyelesaikan tesis ini.
17. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini dari awal hingga tesis ini selesai.

Semoga Allah SWT mempermudah segala urusan kita. Akhir kata penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, saran dan kritik untuk pengembangan lebih lanjut sangatlah diharapkan penulis. Semoga tesis ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua, Aamiin.

Bandar Lampung, 31 Mei 2023

Penulis,



**HAFIZD KHALAM RAMADHAN**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	12
1.3. Tujuan Penelitian .....	12
1.4. Manfaat Penelitian .....	12
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>14</b>
2.1. Tinjauan Teoritis.....	14
2.1.1. Teori Ekonomi Lingkungan .....	14
2.1.2. Environmental Kuznet Curve (EKC).....	15
2.1.3. Teori Pertumbuhan Ekonomi .....	18
2.1.4. Eksternalitas .....	20
2.2. Tinjauan Empiris .....	23
2.3. Kerangka Pemikiran .....	28
2.4. Hipotesis.....	29
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>30</b>
3.1. Jenis Penelitian .....	30
3.2. Jenis dan Sumber Data.....	30
3.3. Lokasi dan Waktu.....	31

3.4.	Definisi Operasional Variabel .....	33
3.5.	Metode Analisis Data Penelitian Pertama.....	37
3.5.1.	Model Regresi .....	37
3.5.2.	Metode Estimasi Model Regresi .....	39
3.5.3.	Uji Spesifikasi Model .....	41
3.5.4.	Uji Asumsi Klasik .....	42
3.5.5.	Uji Hipotesis.....	44
3.5.6.	Uji Koefisiensi Determinasi (R <sup>2</sup> ) .....	46
3.6.	Metode Analisis Data Penelitian Kedua .....	46
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>48</b>
4.1.	Analisis Statistik Deskriptif .....	48
4.2.	Analisis Data Panel.....	52
4.2.1.	Uji Spesifikasi Model.....	52
4.2.2.	Uji Asumsi Klasik .....	55
4.2.3.	Hasil Estimasi Regresi Data Panel.....	58
4.2.4.	Individual Effect .....	59
4.2.5.	Uji Hipotesis .....	61
4.3.	Pembahasan Hasil Penelitian.....	65
4.3.1.	PDB Perkapita Negara-Negara Dunia.....	75
4.3.2.	Emisi Gas Karbon Dioksida Negara-Negara Dunia.....	76
4.3.3.	Populasi Penduduk Kota Negara-Negara Dunia.....	79
4.3.4.	Kebijakan Protokol <i>Kyoto</i> .....	81
4.3.5.	Kebijakan Ekonomi Pemerintah di Masing-Masing Negara Dalam Mengurangi Emisi Gas Karbon Dioksida.....	84
<b>V.</b>	<b>SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>89</b>
5.1.	Simpulan .....	89
5.2.	Saran .....	90

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tinjauan Empiris.....	23
2. Variabel, Simbol, Satuan, dan Sumber Data .....	31
3. Kelompok Negara Berdasarkan Pendapatan .....	32
4. Tingkatan Emisi Gas Karbondioksida .....	33
5. Hasil Analisis Statistik Deskriptif.....	48
6. Uji Chow .....	53
7. Uji Hausman .....	54
8. Uji Langrange Multiplier.....	54
9. Uji Normalitas .....	55
10. Uji Heterokedastisitas .....	56
11. Deteksi Mulikolineritas .....	57
12. Uji Autokorelasi.....	58
13. Hasil Estimasi .....	59
14. Individual Effect Kelompok Negara Berpendapatan Menengah Ke Bawah.....	59
15. Individual Effect Kelompok Negara Berpendapatan Menengah Ke Atas .....	60
16. Individual Effect Kelompok Negara Berpendapatan Tinggi.....	60
17. Hasil Uji t-statistik Kelompok Negara Berpendapatan Menengah ke bawah .....	61
18. Hasil Uji t-statistik Kelompok Negara Berpendapatan Menengah Ke Atas .....	62
19. Hasil Uji t-statistik Kelompok Negara Berpendapatan Tinggi.....	62
20. Hasil Uji F-Statitik .....	63
21. Hasil Uji Koefisiensi Determinasi ( $R^2$ ).....	64



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar	Halaman
1. Komposisi Penyusun Gas Rumah Kaca Dunia.....	4
2. Emisi Gas Karbon Dioksida Dunia Tahun 2000-2019 .....	5
3. Emisi Gas Karbon Dioksida Tahun 2019.....	6
4. Sektor Industri dan Transportasi Dunia Tahun 2000-2019.....	7
5. Persentase URB dan CO2 Tahun 2000-2019 .....	8
6. Environmental Kuznets Curve (EKC) .....	16
7. Eksternalitas Positif.....	20
8. Eksternalitas Negatif .....	22
9. Kerangka Pemikiran.....	28
10. Peta Sebaran PDB Per Kapita Negara-Negara di Dunia .....	75
11. Peta Sebaran Emisi Gas Karbon Dioksida Negara-Negara di Dunia.....	77
12. Emisi Gas Karbon Dioksida Dunia Berdasarkan Sektor.....	78
13. Peta Sebaran Populasi Penduduk Kota Negara-Negara di Dunia.....	80
14. Kebijakan Mitigasi dan Adaptasi Negara Eropa.....	82
15. Peta Sebaran Negara-Negara yang Menerapkan Pajak Karbon .....	85

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pembangunan berwawasan lingkungan telah menjadi sederet tantangan yang harus dihadapi negara diberbagai penjuru dunia pada saat sekarang ini. Terjadinya eksplorasi secara besar-besaran terhadap sumber daya alam dan lingkungan, telah mengakibatkan *ekstrasi* yang dapat melebihi ambang batas daya dukung lingkungan. Sehingga akan memunculkan masalah baru pada lingkungan itu sendiri, seperti; pencemaran udara, pencemaran air, banjir, tanah longsor, kekeringan berkepanjangan, kebakaran hutan, serta berdampak pada hasil panen yang dihasilkan, dan akan mengancam pada krisis pangan. Sehingga hal tersebut menjadi dampak yang nyata untuk diperhatikan secara serius.

Menurut Drews (2017) masalah penting dalam pembangunan ekonomi adalah terjadinya *trade off* antara pembangunan dengan upaya pelestarian lingkungan hidup. Pembangunan yang tidak memperhatikan kedua aspek tersebut akan menimbulkan masalah dikemudian hari. Pembangunan ekonomi yang hanya mengejar keuntungan saja tanpa mempertimbangkan sumber daya alam dan lingkungan, akan berdampak negatif tidak hanya pada alam saja melainkan pada manusia juga. Sehingga lingkungan hidup yang sehat merupakan suatu hal yang penting dalam aktivitas perekonomian. Hubungan antara pembangunan ekonomi dan lingkungan merupakan isu yang masih kontroversial terjadi hingga saat ini (Setyari, 2021).

Menurut Febriana (2019) dengan munculnya rasa kepedulian publik atas masalah lingkungan, telah menjadi perhatian serius untuk memahami lebih jelas dan mengambil langkah yang tepat, dari berbagai masalah ataupun sebab akibat dari degradasi lingkungan hidup. Terjadinya degradasi lingkungan hidup merupakan suatu masalah yang harus dihadapi secara bersama-sama tidak hanya dari pemerintah saja, melainkan peran masyarakat dan swasta harus ikut andil dalam masalah ini. Masalah polusi atau pencemaran udara yang semakin meluas merupakan bentuk ketidakmampuan dalam mengatasi pemanasan global, yang disebabkan oleh kegiatan manusia. Dalam ilmu ekonomi hal ini disebut sebagai eksternalitas.

Pencemaran udara sebagai bentuk dari eksternalitas negatif telah menjadi perhatian bersama dimana pentingnya udara sebagai penunjang utama dalam kehidupan makhluk hidup, dimana udara merupakan barang publik. Intervensi pemerintah diperlukan ketika eksternalitas negatif sudah meluas dan merugikan kepentingan masyarakat. Intervensi dilakukan dalam bentuk penentuan harga dari dampak yang ditimbulkan baik dalam bentuk perpajakan maupun subsidi guna mengoreksi dampak dari eksternalitas negatif tersebut. Menurut Daraba (2001) eksternalitas timbul pada dasarnya karena aktivitas manusia yang tidak mengikuti prinsip-prinsip ekonomi yang berwawasan lingkungan.

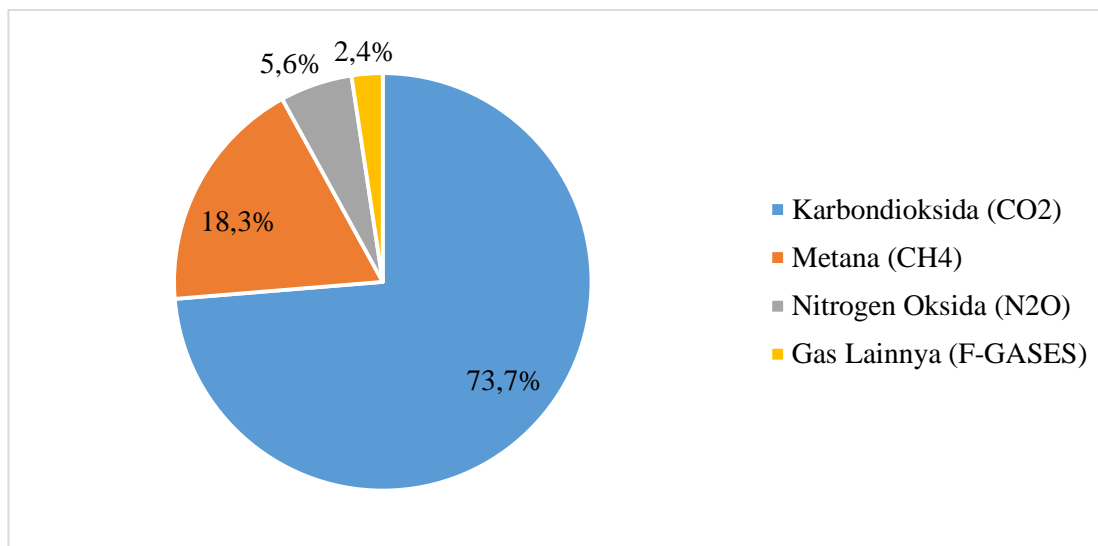
Menurut Simon, *et al.*, (2017) penurunan kualitas lingkungan disebabkan oleh populasi penduduk dan pertumbuhan ekonomi, dimana pertumbuhan populasi penduduk yang berada di atas rata-rata pertumbuhan global dikhawatirkan memberi tekanan pada sumber daya alam dan lingkungan. Selain itu, peningkatan emisi gas karbon dioksida menjadi penyebab yang signifikan terhadap penurunan kualitas lingkungan (Hassain, 2012). Pertumbuhan ekonomi yang tinggi merupakan suatu hal yang ingin dicapai setiap negara di dunia sebagai upaya dalam meningkatkan kesejahteraan rakyatnya (Romer, 2006). Pertumbuhan ekonomi dapat diartikan pula sebagai terjadinya peningkatan secara terus-menerus dalam volume produksi di suatu negara (Lewis, 2019).

Terjadinya peningkatan *output* dalam suatu perekonomian menandakan terjadinya peningkatan pada pendapatan nasional atau peningkatan Produk Domestik Bruto (PDB) di negara tersebut, yang dimana proksi dari pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) merupakan suatu hal yang penting dari suatu negara untuk dievaluasi setiap tahunnya, sebagai monitor dari kemajuan perekonomian di negara tersebut.

Peningkatan aktivitas industri dalam suatu perekonomian tentu akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi (Abdurahman, 2012). Namun, meningkatnya aktivitas suatu industri akan menimbulkan eksternalitas negatif, seperti limbah industri yang tidak dikelola dengan baik serta *residual* atau gas hasil buangan yang tidak terfilter sebelum menyebar ke udara, yang dimana hal ini akan menyebabkan terjadinya degradasi lingkungan hidup. Terjadinya degradasi lingkungan hidup merupakan salah satu penyebab terjadinya perubahan iklim atau pemanasan global. Dalam hal ini, faktor yang menjadi pemicu terjadinya pemanasan global adalah meningkatnya emisi gas rumah kaca yang dihasilkan, seperti karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>), nitrogen dioksida (N<sub>2</sub>O), dan gas berfolinasi lainnya, yang dimana jika hal ini dibiarkan terus-menerus akan menimbulkan perubahan iklim dunia yang dapat merusak sistem, serta mengganggu aktivitas perekonomian.

Berdasarkan Gambar 1, menunjukkan bahwa komposisi penyusun pada gas rumah kaca di atmosfer bumi yang terbesar adalah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebesar 73,7%, metana (CH<sub>4</sub>) sebesar 18,3%, nitrogen dioksida (N<sub>2</sub>O) sebesar 5,6%, dan gas berfolinasi lainnya sebesar 2,4%. Gas rumah kaca memiliki peran dalam menyerap radiasi sinar matahari serta memantulkannya kembali ke atmosfer bumi, namun kemampuan dalam memantulkannya kembali tersebut berkurang disebabkan radiasi dari sinar matahari tersebut terperangkap di bumi akibat dari adanya gas rumah kaca yang menutupi atmosfer tersebut (Was'an, 2012).





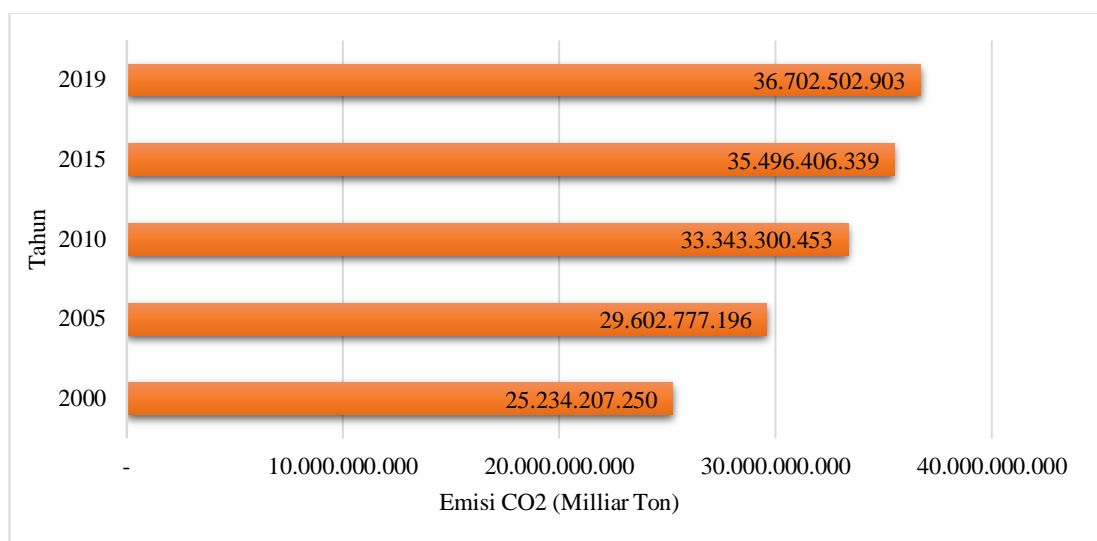
Sumber: EDGAR (data diolah)

Gambar 1. Komposisi Penyusun Gas Rumah Kaca Dunia

Hal ini akan menyebabkan peningkatan pada temperatur panas bumi yang bisa mencapai dua kali atau lebih dari biasanya. Meningkatnya aktivitas perekonomian di suatu negara, menjadi faktor yang besar dalam menyumbang emisi gas rumah kaca. Seperti misalnya penggunaan bahan bakar fosil, proses manufaktur yang melibatkan industri dengan intensitas energi tinggi, perkapalan, pembangkit listrik, serta limbah industri yang dihasilkan. Menurut Crippa (2019) secara keseluruhan emisi gas rumah kaca yang terbesar disumbangkan oleh karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dengan persentase sebesar 74%, dimana angka tersebut diperkirakan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, jika tidak terdapat kebijakan efektif yang dilakukan. Sehingga dalam menyikapi permasalahan tersebut, banyak negara merespons untuk bersepakat dalam mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan.

Berdasarkan Gambar 2, pada tahun 2000 total emisi gas karbon dioksida dunia yang dihasilkan sebesar 25,23 miliar ton, hingga tahun 2019 total emisi gas karbon dioksida dunia mencapai 36,70 miliar ton. Dalam hal ini, perkembangan emisi gas karbon dioksida dunia terus mengalami peningkatan, dimana rata-rata pertumbuhan emisi gas karbon dioksida dunia sebesar 2,05% setiap tahunnya.

Maka dari itu, sejumlah negara bersepakat untuk mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan, untuk menekan suhu bumi agar tidak melebihi ambang batas 2°C. Peningkatan suhu bumi tersebut akan menyebabkan perubahan iklim, yang berakibat fatal pada aktivitas perekonomian (World Bank, 2021). Seperti terjadinya musim kemarau yang berkepanjangan ataupun musim hujan yang tidak menentu. Sehingga hal ini akan berdampak pada hasil panen yang akan dihasilkan, dan akan mengancam pada krisis pangan.

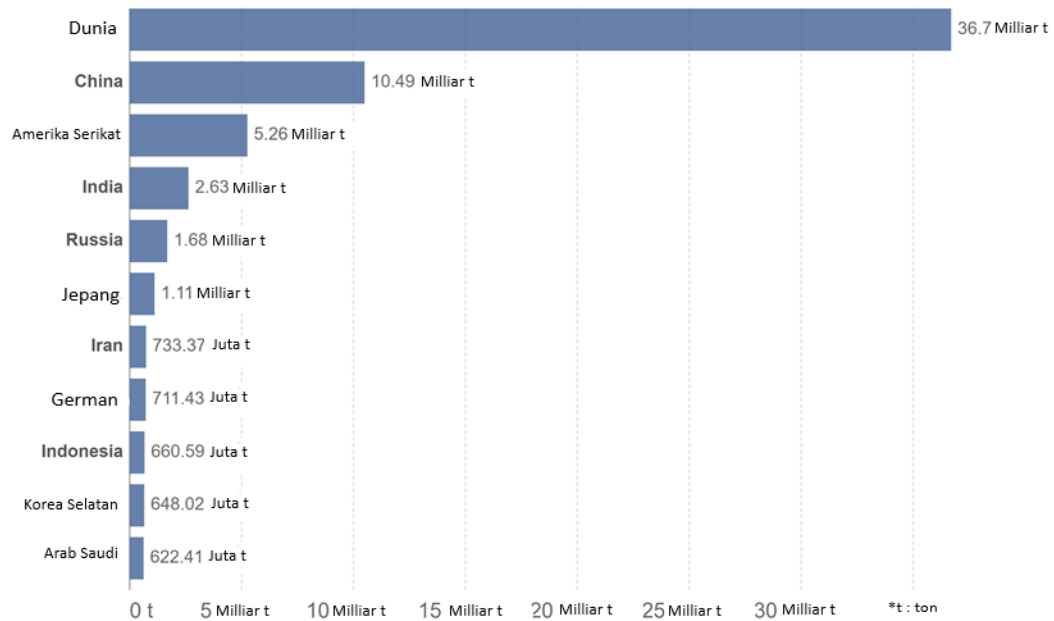


Sumber: Our World in Data, 2019 (data diolah)

Gambar 2. Emisi Gas Karbon Dioksida Dunia Tahun 2000-2019

Total emisi gas karbon dioksida dunia berdasarkan Gambar 3 mencapai 36,70 miliar ton di tahun 2019. Jumlah tersebut bertambah sebesar 56,36 juta ton atau meningkat sebesar 0,15% dari tahun sebelumnya. Pada tahun 2019 negara China merupakan negara dengan penghasil emisi gas karbon dioksida terbesar di dunia, yakni sebanyak 10,49 miliar ton. Dengan demikian 28,58% emisi gas karbon dioksida dunia berasal dari negara China. Kemudian negara dengan penghasil emisi gas karbon dioksida berikutnya pada tahun 2019 adalah negara Amerika Serikat sebesar 5,26 miliar ton, diikuti oleh negara India sebesar 2,63 miliar ton, Rusia sebesar 1,68 miliar ton, dan Jepang sebesar 1,11 miliar ton.

Sementara Indonesia pada tahun 2019 menempati urutan ke delapan sebagai negara dengan penghasil emisi gas karbon dioksida, yakni sebesar 660,59 juta ton. Selanjutnya diikuti oleh negara Korea Selatan sebesar 648,02 juta ton, dan Arab Saudi sebesar 622,41 juta ton. Sehingga dari kesepuluh negara tersebut sudah menghasilkan 66,87% dari total emisi gas karbon dioksida dunia.

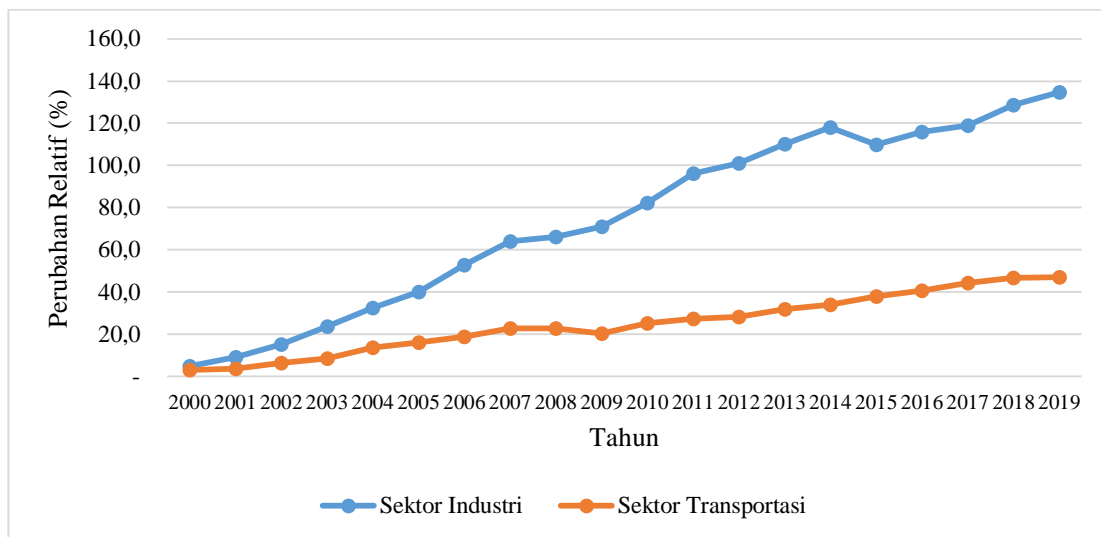


Sumber: Our World in Data, 2019 (data diolah)  
Gambar 3. Emisi Gas Karbon Dioksida Tahun 2019

Terjadinya peningkatan pada pertumbuhan ekonomi yang berasal dari peningkatan proses produksi secara agregat tentu akan menyebabkan peningkatan pada emisi gas karbon dioksida yang dihasilkan. Dalam penelitian ini, proksi dari pertumbuhan ekonomi dilihat dari variabel sektor industri, yang dimana sektor industri merupakan penggerak dalam roda perekonomian suatu negara, serta memiliki peran yang sangat besar terhadap terjadinya degradasi lingkungan hidup.

Sektor industri dan sektor transportasi merupakan variabel utama dalam penelitian ini, karena variabel tersebut memiliki relasi yang kuat terhadap peningkatan pada emisi gas karbon dioksida dunia.

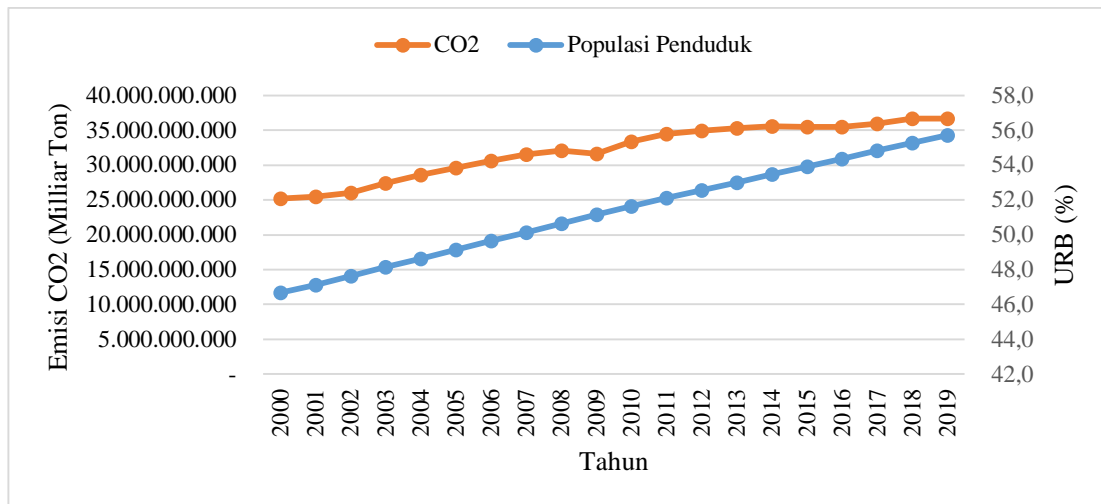
Secara global emisi gas karbon dioksida yang dikeluarkan dari kegiatan sektor industri merupakan yang terbesar. Pada tahun 2019 kegiatan sektor industri telah menyumbang emisi gas karbon dioksida dunia sebesar 134,8% secara perubahan relatif sejak tahun 2000. Sementara kegiatan dari sektor transportasi pada tahun 2019 telah menyumbang emisi gas karbon dioksida dunia sebesar 46,9% secara perubahan relatif sejak tahun 2000. Emisi gas karbon dioksida banyak ditemui di negara-negara pra industri dan negara agraris. Kegiatan sektor industri yang tidak menggunakan teknologi ramah lingkungan, serta sektor transportasi yang masih menggunakan bahan bakar fosil menjadi penyebab meningkatnya emisi gas karbon dioksida dunia dari kedua sektor tersebut.



Sumber: Our World in Data, 2019 (data diolah)

Gambar 4. Sektor Industri dan Transportasi Dunia Tahun 2000-2019

Selanjutnya dalam penelitian ini faktor lain yang tidak kalah penting dalam permasalahan lingkungan hidup adalah jumlah populasi penduduk kota. Dengan pertumbuhan populasi penduduk yang cepat, serta meningkatnya kebutuhan bahan bakar, kebutuhan sandang dan pangan, serta limbah yang dihasilkan akan berpengaruh dengan cepat terhadap permasalahan lingkungan hidup (Darsono, 2013).



Sumber: Our World in Data & World Bank, 2019 (data diolah)

Gambar 5. Persentase URB dan CO2 Tahun 2000-2019

Berdasarkan Gambar 5 di atas, peningkatan persentase populasi penduduk kota yang meningkat secara terus-menerus setiap tahunnya, dengan diikuti oleh meningkatnya emisi gas karbon dioksida dunia, mengidentifikasi bahwa populasi penduduk kota memiliki relasi yang kuat terhadap emisi gas karbon dioksida dunia. Urbanisasi merupakan terjadinya laju perpindahan penduduk dari suatu wilayah ke wilayah lainnya dalam hal mencari suatu pekerjaan. Meningkatnya penggunaan tenaga kerja disuatu wilayah merupakan indikasi dari adanya peningkatan pada proses produksi. Dalam hal ini masalah populasi penduduk kota yang terjadi memungkinkan terjadinya peningkatan pada laju emisi gas karbon dioksida dunia.

Berbagai upaya yang telah dilakukan oleh pemerintahan di seluruh dunia untuk menurunkan emisi gas karbon dioksida serta mengurangi dampak dari perubahan iklim diberbagai negara sudah banyak dilakukan. Salah satunya adalah protokol *Kyoto* yang dilaksanakan di *Kyoto*, Jepang pada tanggal 11 Desember 1997, kemudian kesepakatan ini mulai berlaku sejak tanggal 16 Februari 2005 (Gerden, 2018). Protokol *Kyoto* merupakan 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.

Dengan diterapkannya kesepakatan tersebut, negara-negara di dunia wajib melakukan ratifikasi pada undang-undang untuk mewujudkan penurunan emisi gas rumah kaca. Ratifikasi protokol *Kyoto* dalam undang-undang disetiap negara penting untuk dilakukan karena emisi gas karbon dioksida dunia yang setiap tahunnya selalu mengalami peningkatan. Menurut Zoundi (2017) kebijakan protokol *Kyoto* yang tidak diimplikasikan secara serius dan berkelanjutan akan menyebabkan terjadinya penurunan pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) di negara *developing countries* sebesar 2-4% pada tahun 2040, dan 10% pada tahun 2100.

Berikut ini beberapa penelitian terdahulu, sebagai bahan referensi dalam menunjang penelitian ini. Pertama penelitian yang dilakukan oleh Hussain et al., (2020) menyatakan bahwa urbanisasi dan aktivitas industri berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap tingkat emisi gas karbon dioksida pada studi kasus 56 negara BRI (Belt and Road Initiative). Selanjutnya hasil penelitian yang dilakukan oleh Al-Mulali & Ozturk (2015) menyatakan bahwa pengaruh industri dan urbanisasi berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap degradasi lingkungan hidup pada kawasan MENA (*Middle East and North Africa*), dengan menggunakan uji kausalitas Granger dalam menganalisis hubungan kausal jangka pendek dan jangka panjang.

Kemudian Kofi Adom et al (2012) melakukan penelitian pada studi kasus negara Senegal, Gahana, dan Maroko, yang hasil dari penelitiannya mengungkapkan bahwa industrialisasi dan urbanisasi secara langsung akan meningkatkan emisi gas karbon dioksida. Penelitian yang dilakukan oleh Poumanyvong & Kaneko (2010) yang menggunakan model STRIPAT dalam analisisnya, menyatakan bahwa dampak dari industri berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap emisi gas karbondioksida, sementara dampak dari urbanisasi berpengaruh secara positif namun secara statistik tidak signifikan, penelitian ini menggunakan data panel dari 99 negara selama periode waktu 1975-2005.

Penelitian oleh Xu & Lin (2015) terkait dengan pengaruh sektor industri dalam penurunan emisi gas karbon dioksida di China dengan menggunakan metode VAR, menyatakan bahwa urbanisasi dan transformasi industri berpengaruh signifikan terhadap penurunan emisi gas karbondioksida, serta penggunaan mobil pribadi berpengaruh positif dalam meningkatkan emisi gas karbon dioksida.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Tarmizi, (2019) terkait dengan determinan emisi gas karbon dioksida dengan menggunakan data panel, menunjukkan hasil bahwa populasi penduduk kota, berpengaruh signifikan terhadap emisi gas karbondioksida. Penelitian oleh Sulemana et al., (2017) menunjukkan bahwa kepadatan penduduk, berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi gas karbondioksida yang di mana hasil pembuktian tersebut sesuai dengan hipotesis *Environmental Kuznet Curve* yang menggunakan data panel dari tahun 1990-2010.

Penelitian yang dilakukan oleh Nguyen (2019) terkait dengan hubungan populasi urban terhadap emisi gas karbondioksida yang menggunakan model persamaan simultan di 33 negara OECD 1992-2011, menunjukkan bahwa populasi urban berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida diseluruh negara anggota OECD. Dong et al (2019) dalam penelitiannya menyatakan bahwa industrialisasi dan urbanisasi memiliki pengaruh yang negatif dan signifikan pada kelompok negara pendapatan tinggi, sementara pada kelompok negara berpendapatan rendah dan menengah industrialisasi dan urbanisasi berpengaruh positif dan signifikan dalam peningkatan emisi gas karbon dioksida. Terakhir, penelitian yang dilakukan oleh Buanawaty & Hastiadi (2017) terkait dengan dampak protokol *Kyoto* terhadap kualitas lingkungan di era perdagangan bebas pada negara anggota G20 dengan menggunakan model gravitasi, menunjukkan hasil populasi penduduk berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida, *dummy* protokol *Kyoto* berpengaruh secara negatif terhadap emisi gas karbon dioksida.

Menurut teori yang dikemukakan oleh Grossman & Krueger (1991) terkait hipotesis *Kuznet* yang menyatakan bahwa, hubungan indikator kualitas lingkungan hidup dengan pendapatan per kapita pada suatu negara. Dalam hal ini pada tahap awal pertumbuhan ekonomi suatu negara, akan terjadinya degradasi lingkungan hidup serta meningkatnya polusi yang disebabkan oleh eksploitasi sumber daya alam untuk meningkatkan pendapatan. Namun setelah semakin meningkatnya pendapatan, justru *trendnya* akan menjadi terbalik. Sehingga pada tingkat pendapatan negara yang tinggi, akan menyebabkan terjadinya perbaikan kualitas lingkungan hidup, sementara pada negara dengan pendapatan rendah, akan menyebabkan terjadinya kerusakan kualitas lingkungan hidup. Kerusakan lingkungan hidup sering terjadi di negara-negara berkembang, serta mayoritas di negara dengan pendapatan per kapita yang rendah (Lau et al., 2014). Sehingga terjadinya degradasi lingkungan hidup secara global merupakan komitmen yang harus dilakukan oleh semua negara, baik itu negara yang memiliki pendapatan rendah, menengah ke bawah, menengah atas, maupun negara yang memiliki pendapatan tinggi.

Maka berdasarkan dari beberapa hasil penelitian terdahulu, data-data yang ditampilkan, serta latar belakang yang telah dipaparkan peneliti tertarik untuk melihat bagaimana pengaruh sektor industri, sektor transportasi, populasi penduduk kota, dan protokol *Kyoto* terhadap emisi gas karbon dioksida pada negara berpendapatan menengah ke bawah, berpendapatan menengah ke atas, dan berpendapatan tinggi selama periode 2000-2019. Sehingga berdasarkan permasalahan dan berbagai penelitian terdahulu, penulis tertarik untuk meneliti tentang “Analisis Determinan Dan Kebijakan Ekonomi Terhadap Emisi Gas Karbon Dioksida (Studi Kasus: *Lower Middle Income, Upper Middle Income, and High Income*)”.



## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan penjabaran latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh sektor industri, sektor transportasi, populasi penduduk kota, dan kebijakan protokol *Kyoto* terhadap emisi gas karbon dioksida pada kelompok negara berpendapatan menengah ke bawah, berpendapatan menengah ke atas, dan berpendapatan tinggi?
2. Bagaimana kebijakan ekonomi pemerintah di masing-masing negara dalam mengurangi emisi gas karbon dioksida?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, setelah mengetahui determinan dari emisi gas karbon dioksida, selanjutnya penulis melakukan analisis secara deskriptif untuk menggambarkan atau menjelaskan kebijakan ekonomi pemerintah di masing-masing negara dalam mengurangi emisi gas karbon dioksida, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh sektor industri, sektor transportasi, populasi penduduk kota, dan kebijakan protokol *Kyoto* terhadap emisi gas karbon dioksida di negara berpendapatan menengah ke bawah, berpendapatan menengah ke atas, dan berpendapatan tinggi.
2. Menganalisis secara deskriptif kuantitatif kebijakan ekonomi pemerintah di masing-masing negara dalam mengurangi emisi gas karbon dioksida.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian. Maka manfaat dari adanya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini bermanfaat sebagai menambah wawasan serta ilmu pengetahuan bagi penulis dan pembaca khususnya dalam bidang ekonomi lingkungan.

2. Penelitian ini bermanfaat sebagai informasi dan kontribusi terhadap pengembangan penelitian mengenai pengaruh sektor industri, sektor transportasi, populasi penduduk kota dan kebijakan protokol *Kyoto* terhadap emisi gas karbon dioksida.
3. Penelitian ini bermanfaat sebagai bahan referensi penelitian yang akan datang dalam mengembangkan ilmu pengetahuan terkait dengan ekonomi lingkungan.
4. Penelitian ini bermanfaat sebagai referensi atau masukan yang digunakan oleh pembuat kebijakan (Pemerintah), pelaku ekonomi, dan masyarakat terkait dengan menjaga kualitas lingkungan hidup yang berkualitas untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development*), serta mencapai kesejahteraan masyarakat.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Tinjauan Teoritis**

Teori-teori dasar yang terkait dengan penelitian ini adalah teori ekonomi lingkungan, *Environmental Kuznet Curve* (EKC), dan teori pertumbuhan ekonomi. Selain itu, dalam penelitian ini variabel independen yang dipergunakan adalah sektor industri, sektor transportasi, populasi penduduk kota dan protokol *Kyoto* dalam menganalisis determinan emisi gas karbon dioksida pada kelompok negara berpendapatan menengah ke bawah, berpendapatan menengah ke atas, dan berpendapatan tinggi.

#### **2.1.1. Teori Ekonomi Lingkungan**

Lingkungan hidup merupakan sistem yang terdiri dari atas lingkungan sosial, lingkungan alam, dan lingkungan buatan, yang di mana ketiga sub sistem tersebut saling berhubungan. Persoalan tentang lingkungan hidup memiliki dampak dan implikasi terhadap keberhasilan pembangunan, yang di mana pada saat sekarang ini lingkungan hidup menjadi perhatian yang serius dalam proses pembangunan suatu negara. Terjadinya degradasi lingkungan secara terus-menerus dapat menurunkan laju pertumbuhan ekonomi suatu negara. Sehingga sangat diperlukan dalam suatu negara mengedepankan pembangunan yang berkelanjutan.

Menurut WCED (2020) pembangunan berkelanjutan merupakan suatu proses pembangunan yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan saat ini, tanpa

mengorbankan pemenuhan kebutuhan yang akan datang, dengan memperhatikan tiga aspek penting yaitu ekonomi, lingkungan dan sosial (Yang et al., 2017).

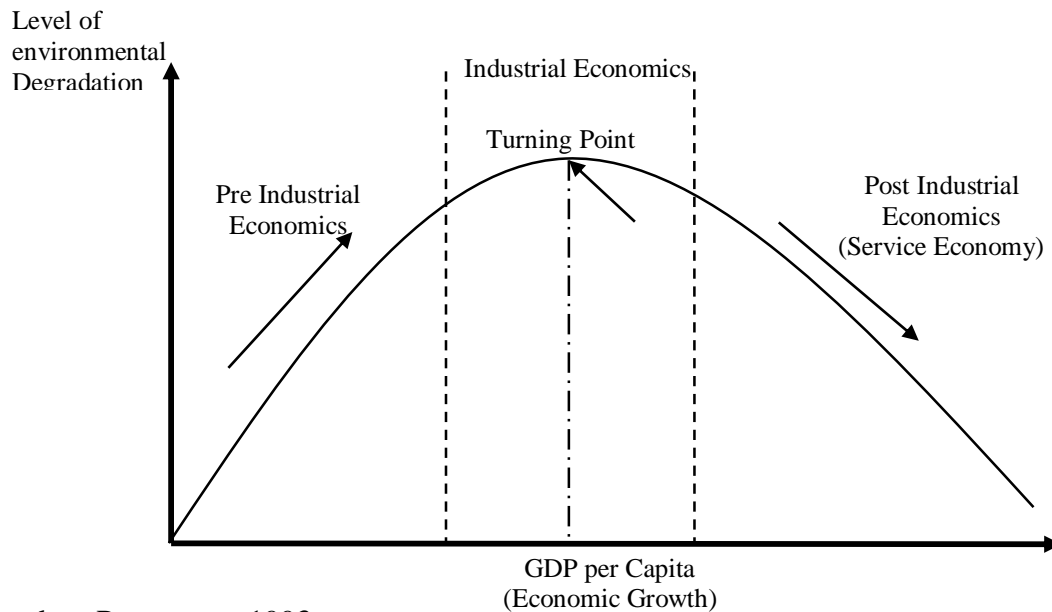
Pembangunan berkelanjutan dapat diartikan pula sebagai pembangunan yang bertujuan untuk selalu mengembangkan potensi menuju kondisi yang lebih baik, serta berkelanjutan (Damayanti, 2016) . Menurut Undang-Undang (2009) Pembangunan berkelanjutan merupakan upaya sadar dan terencana yang memadukan aspek lingkungan hidup, sosial, dan ekonomi ke dalam strategi pembangunan untuk menjamin keutuhan lingkungan hidup serta keselamatan, kemampuan, kesejahteraan, dan mutu hidup generasi masa kini dan generasi masa depan. Sumber daya alam yang dimiliki oleh suatu negara (termasuk di dalamnya kualitas lingkungan) memiliki pengaruh yang cukup besar, terhadap pertumbuhan ekonomi, yang di mana apabila suatu negara tidak mampu dalam melestarikan sumber daya alam dan lingkungan, maka hal tersebut dapat mengancam pada laju pertumbuhan ekonomi yang stagnasi (Thomas & Chindarkar, 2019).

Sementara suatu negara yang memperhatikan serius kualitas lingkungan serta efisiensi dalam penggunaan sumber daya alam, akan memberikan efek yang positif terhadap laju pertumbuhan ekonomi (Hardini, 2011). Sehingga berdasarkan dari pengertian diatas, serta paradigma tentang pembangunan berkelanjutan yang semula fokus pada pertimbangan ekonomi saja, bergeser menjadi paradigma pembangunan dengan sektor lingkungan dan sosial.

### **2.1.2. *Environmental Kuznet Curve (EKC)***

*Environmental Kuznets Curve (EKC)* merupakan suatu konsep yang membahas tentang hubungan perekonomian dengan lingkungan. Pada teori *Environmental Kuznets Curve (EKC)* dijelaskan bahwa terjadinya degradasi lingkungan hidup seiring dengan adanya peningkatan pendapatan. Namun, terdapat titik balik di mana pengaruh pendapatan tersebut akan mengalami perubahan arah terhadap lingkungan.

Dalam teori Kuznets (1955) yang menyatakan bahwa kesenjangan pendapatan akan terus meningkat seiring dengan adanya peningkatan pada pertumbuhan ekonomi. Namun pada saat mencapai *Turning Point* kesenjangan pendapatan tersebut justru akan mengalami penurunan seiring dengan adanya pembangunan ekonomi yang jauh lebih baik. Grossman dan Krueger merupakan orang yang pertama kali menyandingkan teori lingkungan dengan kurva *Kuznet*. Namun teori *Environmental Kuznets Curve* (EKC), pertama kali diperkenalkan oleh Panayotou (1993) dengan judul penelitiannya *Economic Growth and The Environment*.



Sumber: Panayotou, 1993

Gambar 6. *Environmental Kuznets Curve (EKC)*

Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat bahwa fase awal pembangunan (*pre-industrial*) yang didominasi oleh perekonomian yang masih berbasis pada sumber daya alam (sektor primer), ditunjukkan dengan dominasi sektor pertanian sebagai penyumbang bagi pertumbuhan ekonomi. Pada fase ini kerusakan lingkungan yang dialami berupa dampak dari aktivitas ekonomi yang berbasis sumber daya, sehingga masalah lingkungan yang terjadi pada tahap ini ialah semakin menipisnya persediaan sumber daya alam.

Kemudian pada fase selanjutnya (*Industrial Economics*) pertumbuhan ekonomi yang cepat diikuti dengan kerusakan lingkungan yang semakin cepat juga. Hal ini dikarenakan terjadi peralihan dari sektor pertanian menjadi sektor industri (sekunder) yang menimbulkan limbah atau pencemaran. Pada fase ini sektor industri menjadi sumber terbesar bagi pendapatan nasional. Menipisnya sumber daya alam dan ditambah dengan peningkatan jumlah Pencemaran menyebabkan kerusakan lingkungan semakin cepat.

Selanjutnya, pada tingkat pembangunan yang lebih tinggi (*Post-Industrial Economics*) terjadi perubahan struktural yang menuju pada sektor Jasa tersier (Panayotou, 1993). Perubahan struktur ekonomi dari sektor industri ke sektor jasa pada fase ini membuat peningkatan pendapatan diikuti dengan penurunan tingkat kerusakan lingkungan. Pada tahap ini, aktivitas ekonomi didominasi oleh sektor tersier yang memiliki nilai tambah dari adanya inovasi. Dampak dari sektor ini terhadap lingkungan tidak dapat terlihat dengan jelas secara umum, karena sektor ini dominan berurusan dengan produk yang tidak berwujud. Pelaku ekonomi pada sektor ini dapat berinovasi untuk menerapkan konsep yang berkelanjutan, dengan berupaya mengurangi kerusakan lingkungan hidup dalam aktivitas ekonominya (Ersalina Tang, 2017).

Sehingga dapat disimpulkan bahwa, *Environmental Kuznets Curve* (EKC) merupakan suatu konsep yang membahas tentang hubungan perekonomian dengan lingkungan hidup, yang dimana hipotesis dimana *Environmental Kuznets Curve* (EKC) tersebut menjelaskan bahwa degradasi lingkungan sering terjadi pada negara-negara berkembang dengan pendapatan per kapita yang rendah. Hal tersebut dikarenakan, pada fase awal negara berkembang akan berfokus dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi dengan membangun sektor industrialisasi yang tinggi, tanpa memperhatikan kondisi lingkungan hidup dari aktivitas industri tersebut. Dalam teori ini dijelaskan bahwa ketika keadaan pendapatan suatu negara masih tergolong rendah, maka fokus dari negara tersebut akan mengarah pada bagaimana cara meningkatkan pendapatan dengan mengabaikan permasalahan yang menyebabkan kerusakan lingkungan.

Akibatnya pertumbuhan pendapatan akan meningkatkan pula kerusakan lingkungan hidup yang terjadi. Teori ini dikembangkan atas dasar permintaan kualitas lingkungan yang meningkatkan pengawasan dan regulasi pemerintah sehingga masyarakat akan lebih sejahtera (Mason, 2002). Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Grossman & Krueger (1991) terkait dengan analisis hubungan antara pertumbuhan ekonomi dengan degradasi lingkungan, yang di mana penelitian tersebut mengestimasi variabel SO<sub>2</sub>, SPM dan materi gelap pada negara Mexico sebagai dampak dari adanya perjanjian dari *North American Free Trade Agreement* (NAFTA) dengan menggunakan analisis regresi pada PDB per kapita, serta variabel kontrol yang dipergunakan seperti keterbukaan perdagangan dan tingkat populasi penduduk. Hasil penelitian tersebut, menunjukkan bahwa SPM akan terus menurun meskipun pada tingkat pendapatan yang rendah.

### **2.1.3. Teori Pertumbuhan Ekonomi**

Pertumbuhan ekonomi merupakan indikator yang penting dalam menganalisis pembangunan ekonomi suatu negara. Meningkatnya pertumbuhan ekonomi dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Pertumbuhan ekonomi dapat diukur dengan membandingkan variabel Produk Domestik Bruto (PDB) per kapita yang dihasilkan dari aktivitas perekonomian suatu negara dengan periode sebelumnya (Todaro & Smith, 2012). Pertumbuhan ekonomi merupakan masalah perekonomian suatu negara dalam jangka panjang menuju keadaan yang lebih baik selama periode tertentu.

Menurut Samuelson (1986) menyatakan bahwa terdapat empat faktor sebagai sumber pertumbuhan ekonomi. Faktor-faktor tersebut adalah Sumber Daya Manusia (SDM), Sumber Daya Alam (SDA), pembentukan modal, dan teknologi.

#### **1. Sumber Daya Manusia (SDM)**

SDM memiliki efek langsung terhadap pertumbuhan ekonomi. Tenaga kerja terampil dan terlatih akan lebih produktif sehingga menghasilkan *output* yang berkualitas tinggi dan menambah efisiensi perekonomian.

## 2. Sumber Daya Alam (SDA)

Ketersediaan dan kuantitas sumber daya alam akan berdampak pada laju pertumbuhan ekonomi dengan memberikan dorongan bagi perekonomian sehingga meningkatkan kapasitas produksi suatu negara

## 3. Pembentukan Modal

Perbaikan dan peningkatan investasi pada modal fisik akan mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi hasil ekonomi. Hal ini dikarenakan modal fisik lebih produktif daripada tenaga fisik. Modal fisik akan mampu meningkatkan produktivitas, di mana peningkatan produktivitas mengarah pada peningkatan *output*.

## 4. Teknologi

Perbaikan teknologi berdampak tinggi pada pertumbuhan ekonomi. Penerapan teknologi dan inovasi akan meningkatkan produktivitas dan menekan biaya sehingga akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.

Dari keempat faktor tersebut, SDM memiliki peran yang paling penting karena SDM berperan sebagai pelaku ekonomi yang dapat menggerakkan kegiatan ekonomi. Semakin meningkatnya kualitas SDM suatu negara maka semakin meningkatkan pergerakan perekonomian negara. Pertumbuhan ekonomi dapat dikaitkan juga sebagai keadaan kenaikan kapasitas produksi suatu perekonomian yang diwujudkan dalam bentuk kenaikan pendapatan nasional. Sehingga pendapatan nasional atau Produk Domestik Bruto (PDB) diartikan sebagai ukuran untuk melihat kemajuan suatu negara. Menurut Rostow (1959) menyebutkan bahwa data Produk Domestik Bruto (PDB) selain digunakan untuk menentukan tingkat kemakmuran masyarakat dan perkembangannya dapat pula digunakan untuk menilai prestasi pertumbuhan ekonominya. Simon Kuznets mendefinisikan pertumbuhan ekonomi sebagai peningkatan secara terus menerus dalam pendapatan per kapita serta output yang dihasilkan (Marselina, 2020).

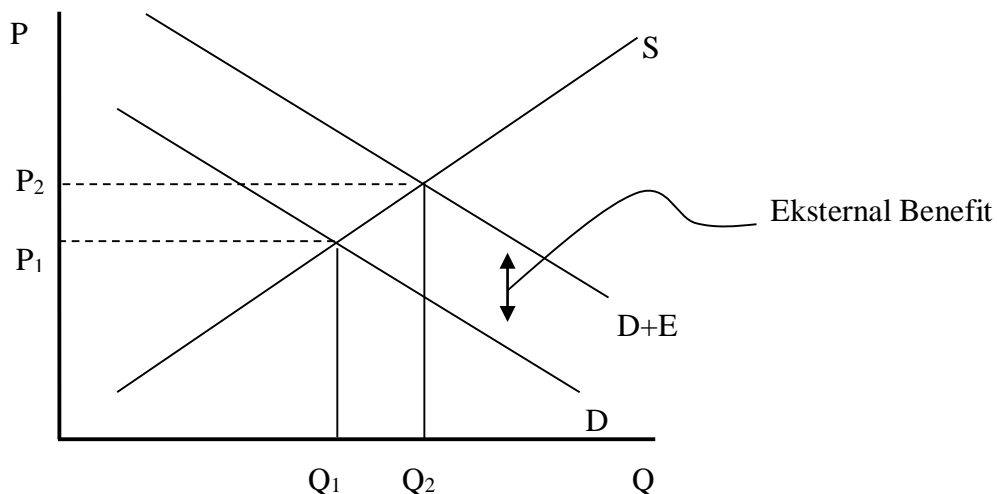


### 2.1.4. Eksternalitas

Eksternalitas secara umum dapat diartikan sebagai suatu efek samping dari suatu tindakan pihak tertentu terhadap pihak lain, baik dampak yang menguntungkan maupun yang merugikan. Eksternalitas yang dijelaskan oleh Pindyck & Rubinfeld (2018), merupakan suatu kegiatan baik oleh produsen atau konsumen yang dapat mempengaruhi produsen dan konsumen lain, namun kegiatan tersebut tidak memperhitungkan biaya pasar (*Market Cost*) yang timbul. Menurut Daraba (2001) eksternalitas dapat diartikan sebagai keterkaitan suatu kegiatan dengan kegiatan lain yang tidak melalui mekanisme pasar.

Dalam hal ini eksternalitas lingkungan di definisikan sebagai manfaat serta biaya yang ditunjukkan dari perubahan lingkungan secara fisik hayati (Owen, 2004). Eksternalitas muncul ketika beberapa kegiatan dari produsen dan konsumen memiliki pengaruh yang tidak diharapkan (tidak langsung) terhadap produsen dan atau konsumen lain. Eksternalitas dapat dibedakan menjadi dua, yaitu eksternalitas positif dan eksternalitas negatif:

#### 1. Eksternalitas Positif



Sumber: Pindyck dan Rubinfeld (2005)

Gambar 7. Eksternalitas Positif

Berdasarkan Gambar 7, dapat dilihat bahwa perpindahan titik dari titik D ke titik D+E merupakan akibat terjadinya eksternalitas positif (Eksternalitas *benefit*). Kondisi pada titik D merupakan kondisi di mana perusahaan/swasta menentukan harga atas suatu produk mereka yang sesuai dengan *Marginal Cost* dari perusahaan tersebut atau harga yang dinilai akan memberikan profit yang maksimal. Mula-mula perusahaan memproduksi *output* sebesar Q1 dengan harga sebesar P1 maka kurva permintaannya ada disepanjang kurva D. Namun, karena adanya eksternal *benefit* maka perusahaan meningkatkan produksi *outputnya* menjadi Q2 dan menaikkan harga menjadi P2, maka kurva permintaan pun berubah bergeser ke kanan atas disepanjang D+E. Eksternalitas positif terjadi ketika manfaat sosial marginal lebih besar dari biaya individu, oleh sebab itu *output* individu lebih kecil dari pada *output* sosial. Sementara, eksternalitas negatif terjadi saat biaya sosial marginal lebih besar dari biaya individu marginal. Oleh sebab itu, tingkat *output* individu lebih besar dari *output* sosial (Yuniarti, 2019)

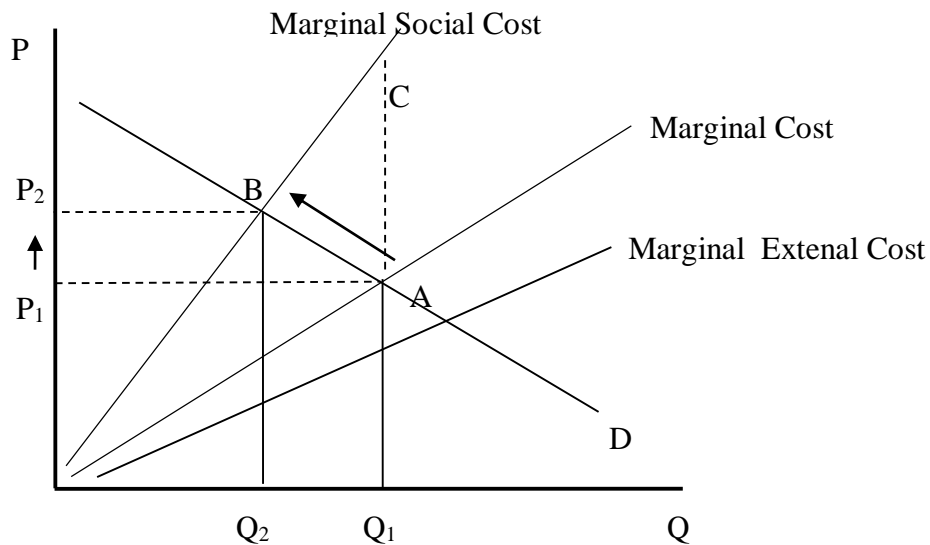
## 2. Eksternalitas Negatif

Eksternalitas Negatif merupakan biaya (*cost*) yang dikeluarkan oleh pihak ketiga selain pembeli dan penjual pada suatu macam barang yang tidak direfleksikan dalam harga pasar. Ketika terjadi eksternalitas yang negatif, maka harga barang Atau jasa tidak menggambarkan biaya sosial tambahan (*marginal social cost*) secara sempurna pada sumber daya yang dialokasikan dalam produksi.

Berdasarkan Gambar 8, dapat dilihat bahwa perpindahan titik dari titik A ke titik B merupakan akibat terjadinya eksternalitas negatif. Kondisi titik A merupakan posisi saat perusahaan/swasta menentukan harga atas suatu produk mereka yang sesuai dengan *Marginal Cost* dari perusahaan tersebut atau harga yang dinilai akan memberikan profit yang maksimal, namun dibalik itu pada kenyatannya terdapat gap biaya yang seharusnya ditanggung perusahaan atau produsen akibat dampak lingkungan yang disebabkan oleh keberadaan perusahaan tersebut terhadap masyarakat yang dicerminkan sebesar garis *marginal social cost* yang pada gambar tersebut berada pada titik C.

Namun tingkat produksi suatu perusahaan akan terlihat/seolah-olah maksimum ketika harus memasukkan biaya sosial dalam produksinya yaitu ketika garis marginal *social cost* berada pada garis *demand* perusahaan tersebut, sehingga titik optimum akan berada pada titik B dan kuantitas produksi pada akhirnya akan berkurang dari  $Q_1$  menjadi  $Q_2$  dan harga akan naik dari yang sebelumnya sebesar  $P_1$  menjadi  $P_2$ .

Eksternalitas negatif terjadi karena adanya perbedaan antara *marginal sosial* dan *private cost* suatu barang. Dalam kasus kerusakan lingkungan menimbulkan negatif externality karena tidak adanya unsur biaya tambahan dalam bentuk *social cost*, yang masuk dalam komponen harga barang akhir. Oleh karena itu diperlukan *Government Intervention* dalam bentuk penetapan pajak atau subsidi guna mengoreksi dampak-dampak dari eksternalitas (Yuniarti, 2019).



Sumber: Pindyck dan Rubinfeld (2005)  
Gambar 8. Eksternalitas Negatif

## 2.2. Tinjauan Empiris

Tabel 1. Tinjauan Empiris

Peneliti	Judul	Alat Analisis	Hasil Penelitian
1. Dong et al., (2019)	<i>The Process of Peak CO2 emission in Developed Economies: A Perspective of Industrialization and Urbanization</i>	Variabel Terikat: Emisi karbon dioksida  Variabel Bebas: Industrialisasi, dan urbanisasi  Analisis data : <i>Regresi Data Panel</i>	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa industrialisasi dan urbanisasi memiliki pengaruh yang negatif dan signifikan pada kelompok negara pendapatan tinggi, sementara pada kelompok negara berpendapatan rendah dan menengah industrialisasi dan urbanisasi berpengaruh positif dan signifikan dalam peningkatan emisi gas karbon dioksida.
2. Hussain et al., (2020)	<i>The Impact of Natural Resource Depletion on Energy Use and CO2 Emission in Belt &amp; Road Initiatives: A Cross Country Analysis</i>	Variabel Terikat: Emisi gas karbon dioksida  Variabel Bebas: Industrialisasi dan populasi urban	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa populasi urbanisasi dan aktivitas industri berpengaruh secara positif

			Analisis Data panel dari 56 negara BRI	dan signifikan terhadap peningkatan emisi gas karbon dioksida pada studi kasus 56 negara BRI ( <i>Belt and Road Initiative</i> ).
3.	Zhou & Li, (2020)	<i>Impact Of Income Inequality And Environmental Regulation On Environmental Quality: Evidence From China.</i>	Variabel Terikat: <i>Environmental Quality</i>  Variabel Bebas: <i>Industrialization, and Urbanization</i>  Analisis data : <i>Regresi Data Panel</i>	Hasil Penelitian menunjukkan bahwa kegiatan industrialisasi dan urbanisasi berpengaruh secara negatif dan signifikan terhadap peningkatan kualitas lingkungan, dengan menggunakan data dari 30 provinsi yang ada di China selama periode 1998-2017.
4.	Nguyen (2019)	<i>Trade off Between Environment, Energy Consumption, and Human Development: Do levels of Economic</i>	Variabel Terikat: Emisi gas karbon dioksida  Variabel Bebas: <i>Populasi Urban, dan Industrialisasi</i>	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa populasi urban berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap emisi

	<i>Development Matter?</i>		gas karbon dioksida pada seluruh negara anggota OECD. Selain itu, kegiatan industrialisasi berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbondioksida pada negara berkembang.
		Analisis data: Persamaan Simultan, dengan <i>Regresi Data Panel</i>	
5.	Musah et al., (2022)	<i>Reinvestigating the pollution haven hypothesis: the nexus between foreign direct investments and environmental quality in G-20 countries.</i>	Variabel Terikat: Emisi karbon dioksida Variabel Bebas: Urbanisasi Analisis data : <i>Regresi Data Panel</i>
			Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa urbanisasi memicu terjadinya peningkatan pada emisi karbon dioksida pada negara G20.
6.	Phong (2019)	<i>Globalization, Financial Development, and Environmental Degredation, in the presence, of Environmental Kuznets Curve: Evidence from ASEAN-5 Countries</i>	Variabel Terikat: Emisi karbon dioksida Variabel Bebas: Urbanisasi Analisis data : <i>Regresi Data Panel</i>
			Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa urbanisasi berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap peningkatan emisi gas karbon dioksida di 5 negara ASEAN.

---

7.	Buanawaty & Hastiadi (2017)	<i>The Impact of Kyoto Protocol on Environment Quality in The Free Trade Era</i>	<p>Variabel Terikat: Emisi karbon dioksida</p> <p>Variabel Bebas: <i>Protokol Kyoto.</i></p> <p>Analisis data : <i>Regresi Data Panel Metode OLS</i></p>	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa <i>Protokol kyoto</i> tidak memiliki pengaruh negatif terhadap tingkat emisi gas karbon dioksida pada negara-negara G20 selama periode 1996-2008</p>
8.	Sulemana et al., (2017)	<i>Environmental Kuznet Curve for Air Pollution in African and Developed Contries: Exploring Turning Point Incomes and The Role of Democracy</i>	<p>Variabel Terikat: Emisi gas karbon dioksida</p> <p>Variabel Bebas: Kepadatan penduduk</p> <p>Analisis data: <i>Regresi Data Panel</i> selama periode 1990-2010</p>	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kepadatan penduduk, berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida yang di mana hasil pembuktian tersebut sesuai dengan hipotesis <i>Environmental Kuznet Curve</i> yang menggunakan data panel dari tahun 1990-2010.</p>

---

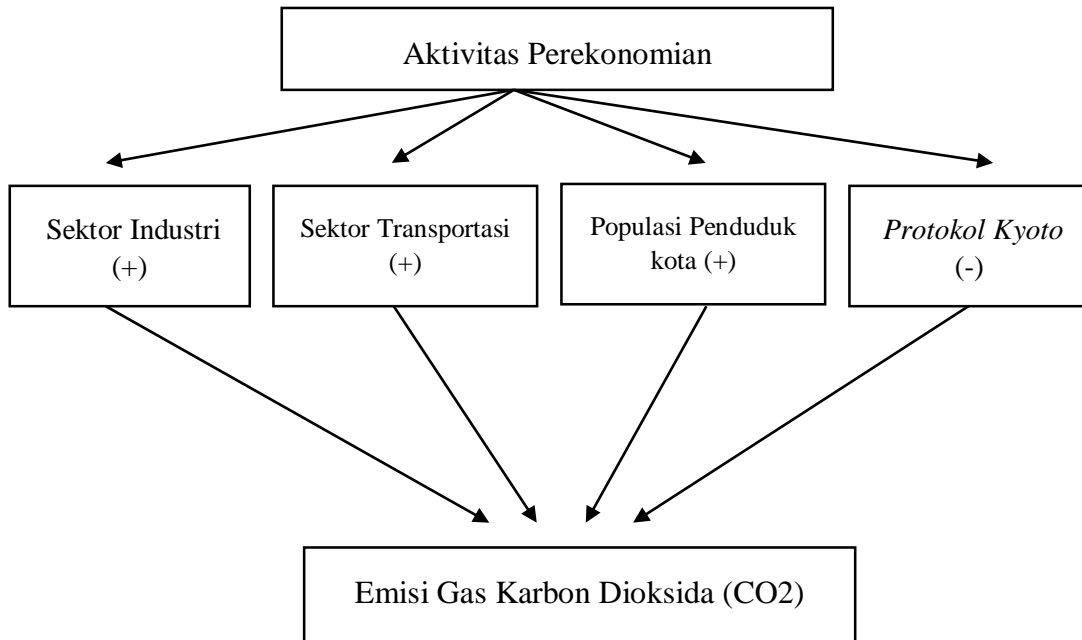
---

9.	Al-Mulali & Ozturk (2015)	<i>The Effect of Energy Consumption, Urbanization, Trade Openness, Industrial Output, and The Political Stability on The Environmental Degradation in The MENA (Middle East and North Adrican) Region</i>	<p>Variabel Terikat: Degradasi lingkungan</p> <p>Variabel Bebas: Urbanisasi, dan Industrialisasi</p> <p>Analisis data : <i>Regresi Data Panel</i>, dengan metode FMLOS dari 14 Negara (MENA), selama periode 1996-2012</p>	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh industri dan urbanisasi berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap degradasi lingkungan hidup pada kawasan MENA dengan menggunakan uji kausalitas Granger.</p>
10.	Xu & Lin (2015)	<i>Carbon Dioxide Emission Reduction in China's Trasnport Sector: A Dynamic VAR (Vector Autoregression) Approach</i>	<p>Variabel Terikat: Emisi gas karbon dioksida</p> <p>Variabel Bebas: Urbanisasi, dan Sektor Transportasi</p> <p>Analisis data : Metode VAR (<i>Vector Autoregression</i>)</p>	<p>Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa urbanisasi dan transformasi industri berpengaruh signifikan terhadap penurunan emisi gas karbondioksida. Selain itu, penggunaan mobil pribadi berpengaruh positif dalam meningkatkan emisi gas karbon dioksida</p>

---



### 2.3. Kerangka Pemikiran



Gambar 9. Kerangka Pemikiran

Pertumbuhan ekonomi merupakan suatu hal yang dituju oleh berbagai negara sebagai proksi untuk melihat kesejahteraan rakyatnya, peningkatan aktivitas ekonomi yang masih menggunakan bahan bakar fosil, dapat menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan nantinya, yang di mana semakin meningkatnya aktivitas perekonomian maka semakin meningkat pula emisi gas karbon dioksida yang dihasilkan.

Dalam penelitian ini, yang mempergunakan variabel bebas seperti sektor industri, sektor transportasi, populasi penduduk kota, dan protokol *Kyoto* sebagai bagian dari aktivitas ekonomi akan mempengaruhi pada emisi gas karbon dioksida yang dihasilkan oleh suatu negara. Sehingga hal ini menjadi perhatian serius bagi pemerintahan diseluruh dunia untuk terus meningkatkan pertumbuhannya, namun memiliki *trade off* terhadap degradasi lingkungan.

Penurunan kualitas lingkungan ini harus ditekan demi keberlangsungan kehidupan yang lebih baik. Maka konsep pembangunan berkelanjutan menjadi aspek yang penting untuk diperhatikan dalam aktivitas ekonomi dalam menunjang pertumbuhan yang berkelanjutan.

#### **2.4. Hipotesis**

Berdasarkan latar belakang, uraian tinjauan empiris, rumusan masalah dan tujuan, maka diperoleh hipotesis atau dugaan sementara penelitian ini, sebagai berikut:

1. Diduga sektor industri berpengaruh terhadap emisi gas karbon dioksida pada negara berpendapatan menengah ke bawah, negara berpendapatan menengah ke atas, dan negara berpendapatan tinggi.
2. Diduga sektor transportasi berpengaruh terhadap emisi gas karbon dioksida pada negara berpendapatan menengah ke bawah, negara berpendapatan menengah ke atas, dan negara berpendapatan tinggi.
3. Diduga populasi penduduk kota berpengaruh terhadap emisi gas karbon dioksida pada negara berpendapatan menengah ke bawah, negara berpendapatan menengah ke atas, dan negara berpendapatan tinggi.
4. Diduga *dummy* protokol *Kyoto* memiliki pengaruh yang berbeda terhadap emisi gas karbon dioksida antara sebelum dan sesudah implementasi kebijakan protokol *Kyoto* diterapkan pada negara berpendapatan menengah ke bawah, negara berpendapatan menengah ke atas, dan negara berpendapatan tinggi.
5. Diduga sektor industri, sektor transportasi, populasi penduduk kota, dan *dummy* protokol *Kyoto* secara bersama-sama berpengaruh terhadap emisi gas karbon dioksida pada negara berpendapatan menengah ke bawah, negara berpendapatan menengah ke atas, dan negara berpendapatan tinggi.

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan pendekatan kuantitatif yaitu untuk menganalisis dan mengetahui pengaruh sektor industri, sektor transportasi, populasi penduduk kota, dan kebijakan protokol *Kyoto* terhadap emisi gas karbon dioksida pada negara berpendapatan menengah ke bawah, negara berpendapatan menengah ke atas, dan negara berpendapatan tinggi. Selain itu, penelitian ini menggunakan analisis deskriptif kuantitatif yaitu untuk menganalisis terkait dengan kebijakan ekonomi apa saja yang dilakukan di masing-masing negara dalam mengurangi emisi gas karbon dioksida.

#### **3.2. Jenis dan Sumber Data**

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data panel. Data panel merupakan kombinasi dari data *cross section* dan *time series* (runtun waktu). Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data tahunan dalam bentuk *cross-section* dan *time series* (runtun waktu) selama periode 2000-2019, yang menjelaskan pengaruh berdasarkan kecukupan data. Penelitian ini menggunakan variabel sektor industri, sektor transportasi, populasi penduduk kota, dan kebijakan protokol *Kyoto* sebagai variabel independen, dan emisi gas karbon dioksida sebagai variabel dependen.

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersumber dari *Our World in Data*, *World Bank*, UNFCC dan *EDGAR*. Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Variabel, Simbol, Satuan, dan Sumber Data

Variabel	Simbol	Satuan	Sumber Data
Emisi Gas Karbon Dioksida	CO2	Juta Ton	<i>Our World in Data</i>
Sektor Industri	IND	Persentase (%)	<i>World Bank</i>
Sektor Transportasi	TRANS	Juta Unit	<i>Ward's</i>
Populasi Penduduk Kota	URB	Persentase (%)	<i>World Bank</i>
<i>Dummy</i> Protokol <i>Kyoto</i>	<i>Kyoto</i>	0 : Tidak Menerapkan 1 : Menerapkan	UNFCC

### 3.3. Lokasi dan Waktu

Lokasi yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dalam ruang lingkup wilayah berdasarkan pendapatan negara tersebut, dimana ruang lingkup penelitian ini adalah kelompok negara dengan pendapatan menengah ke bawah, negara berpendapatan menengah ke atas, dan negara berpendapatan tinggi, selama periode waktu 2000-2019. Penelitian ini mempergunakan teknik random sampling, random sampling merupakan metode pengambilan sampel yang dilakukan secara acak dari suatu populasi. Metode ini dipergunakan dalam memperoleh sampel yang mewakili secara acak keseluruhan populasi yang lebih besar. Sehingga tujuan dari metode random sampling ini untuk menghindari terjadinya bias, serta memastikan bahwa sampel yang diambil adalah representatif secara keseluruhan, dan ketersediaan data yang tercukupi dari sampel-sampel yang dipilih.

Dalam proses random sampling akan melibatkan pengambilan elemen-elemen individu dari populasi secara acak, di mana setiap elemen dalam populasi memiliki peluang yang sama untuk dipilih menjadi bagian dari sampel.

Sehingga dalam penelitian ini, penulis tertarik dalam mempergunakan metode cluster random sampling. Cluster Random Sampling merupakan metode yang melibatkan pembagian populasi menjadi beberapa kelompok yang disebut cluster. Kemudian, beberapa cluster tersebut dipilih secara acak, sehingga seluruh elemen dalam cluster yang dipilih menjadi bagian dari sampel. Metode ini akan berguna ketika populasi memiliki struktur yang mirip dengan cluster atau kelompok negara yang akan dipergunakan dalam penelitian ini.

Pada saat sekarang ini, tercatat ada 189 negara yang tergabung menjadi anggota (World Bank, 2021). World Bank didirikan dengan tujuan mengentaskan kemiskinan di berbagai negara yang pendapatan per kapita rendah. Dalam hal ini, World Bank melakukan klasifikasi terkait dengan PDB per kapita berdasarkan pendapatannya, dengan jumlah dari masing masing negara yang masuk kategori tersebut, sebagai berikut:

1. Lower Middle Income, secara keseluruhan negara yang termasuk berpendapatan menengah ke bawah sebanyak 54 negara.
2. Upper Middle Income, secara keseluruhan negara yang termasuk berpendapatan menengah ke atas sebanyak 54 negara.
3. High Income, secara keseluruhan negara yang termasuk berpendapatan tinggi sebanyak 80 negara.

Sehingga berdasarkan, metode yang dipergunakan dan kecukupan data yang diperoleh, maka penulis membagi kelompok negara berdasarkan pendapatannya, seperti pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Kelompok Negara Berdasarkan Pendapatan

No	<i>Lower Middle Income</i>	<i>Upper Middle Income</i>	<i>High Income</i>
1	Argentina	Brazil	Amerika Serikat
2	India	China	Jepang
3	Indonesia	Malaysia	Jerman
4	Pakistan	Rusia	Korea Selatan

Sumber: World Bank, 2022 (data diolah)

### 3.4. Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel menjelaskan secara operasional dari variabel-variabel yang dipergunakan dalam penelitian ini. Definisi operasional variabel dalam model ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Emisi Gas Karbon Dioksida

Emisi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan variabel dependen yang dipergunakan dalam penelitian ini sebagai proksi dari degradasi lingkungan, yang di mana zat polutan (CO<sub>2</sub>) tersebut merupakan emisi yang paling tinggi pada pencemaran udara dalam komposisi penyusun gas rumah kaca. Dalam hal ini, satuan yang dipergunakan untuk mengukur tingkat emisi gas karbon dioksida adalah juta ton. Emisi gas karbon dioksida banyak dihasilkan dari penggunaan bahan bakar fosil dan deforestasi. Sehingga jumlah emisi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang tinggi akan merusak lapisan udara, serta dapat mengganggu aktivitas perekonomian, selain itu, Peningkatan emisi gas karbon dioksida menjadi penyebab yang signifikan terhadap penurunan kualitas lingkungan (Hassain, 2012). Perhitungan tingkat emisi yang berasal dari pembakaran pada sektor Industri, transportasi, gedung, dan pembakaran emisi lainnya. Tingkatan emisi gas karbon dioksida terbagi ke dalam lima kategori, sebagai berikut:

Tabel 4. Tingkatan Emisi Gas Karbondioksida

Tingkatan	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, 2022 (data diolah)

Data yang dipergunakan pada penelitian ini merupakan data total emisi gas karbon dioksida dari kelompok negara dengan pendapatan menengah ke bawah, negara berpendapatan menengah ke atas, dan negara berpendapatan tinggi, yang bersumber dari *Our World in Data* pada tahun 2000-2019.

## 2. Sektor Industri

Industri merupakan suatu bidang dalam kegiatan ekonomi yang memiliki kaitan dengan pengolahan atau pembuatan bahan baku atau pembuatan barang jadi di pabrik dengan menggunakan keterampilan dari tenaga kerja atau mesin, serta penggunaan alat-alat dibidang pengolahan hasil bumi, yang kemudian dijadikan sebagai kegiatan utama. Menurut (Badan Pusat Statistik, 2022) sektor industri merupakan komponen utama dalam pembangunan ekonomi secara nasional, sehingga sektor ini tidak saja berpotensi mampu memberikan kontribusi ekonomi yang besar melainkan juga sebagai nilai tambah suatu produk, meningkatkan devisa negara, dan memperluas lapangan kerja.

Sektor industri dipergunakan sebagai proksi dari pertumbuhan ekonomi atau Produk Domestik Bruto (PDB) pada suatu negara. Sektor industri dipilih sebagai proksi dari PDB karena merupakan salah satu sektor yang berkontribusi terbesar dalam suatu perekonomian, dengan kata lain PDB sektor industri merupakan roda penggerak dalam perekonomian. Meningkatnya aktivitas suatu industri akan menimbulkan eksternalitas negatif, seperti limbah industri yang tidak terkelola dengan baik serta *residual* atau gas hasil buangan yang tidak terfilter sebelum menyebar ke udara, yang dimana hal ini akan menyebabkan terjadinya degradasi lingkungan hidup (Abdurahman, 2012). Data yang dipergunakan pada penelitian ini merupakan data PDB sektor industri dari kelompok negara dengan pendapatan menengah ke bawah, negara berpendapatan menengah ke atas, dan negara berpendapatan tinggi, yang bersumber dari *World Bank* pada tahun 2000-2019.

## 3. Sektor Transportasi

Penggunaan bahan bakar oleh kendaraan motor dan mobil yang tinggi, menjadikan sektor transportasi sebagai penyumbang emisi gas rumah kaca secara global yang harus diperhatikan, karena 62% penggunaan bahan bakar fosil berasal dari sektor transportasi

(IPCC, 2021). Transportasi darat, penerbangan sipil, kereta api, angkutan air, dan transportasi lainnya merupakan kegiatan dari sektor transportasi yang banyak menghasilkan emisi. Pada tahun 2019 konsumsi bahan bakar dari sektor transportasi sebesar 99,97%, dimana konsumsi tersebut yang terbesar dan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 8,3% per tahun (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2020). Data yang dipergunakan pada penelitian ini merupakan data jumlah kendaraan yang teregistrasi, tidak termasuk kendaraan *off-road* dan kendaraan berat (Ward's, 2022). Dalam penelitian ini kendaraan teregistrasi yang dimaksud, sebagai berikut:

1. Mobil pribadi atau penumpang, dalam hal ini mencakup mobil pribadi yang digunakan oleh individu atau keluarga untuk transportasi pribadi.
2. Bus atau kendaraan umum yang digunakan untuk mengangkut penumpang dalam jumlah yang lebih besar, seperti bus kota, bus antar kota, mini bus, dan bus wisata.

Berdasarkan data dari kendaraan teregistrasi yang dipergunakan dalam penelitian ini, adapun jenis bahan bakar yang dipergunakan, sebagai berikut:

1. Bensin, merupakan salah satu jenis bahan bakar yang paling banyak dipergunakan oleh kendaraan baik itu mobil pribadi ataupun kendaraan umum, yang dimana pembakaran pada jenis bahan bakar ini berada pada internal mesin.
2. Diesel atau solar, dalam hal ini jenis bahan bakar ini banyak dipergunakan oleh kendaraan truk, bus dan kendaraan yang menggunakan mesin diesel.

Sektor transportasi yang diprosikan dari jumlah kendaraan yang teregistrasi, serta jenis bahan bakar yang dipergunakan akan melihat besaran populasi kendaraan yang dipergunakan dalam penelitian ini. Sehingga hal ini akan, melacak tipe kendaraan dan jenis bahan bakar yang dominan, serta diperoleh pemahaman tentang kontribusi sektor transportasi terhadap emisi gas karbon dioksida dan penggunaan sumber daya energi fosil di masing-masing kelompok negara. Data pada sektor transportasi bersumber dari *Ward's* pada tahun 2000-2019.



#### 4. **Populasi Penduduk Kota**

Populasi penduduk kota merupakan jumlah total dari individu yang tinggal atau menempati dalam batas administratif dari suatu wilayah perkotaan. Populasi penduduk kota secara *de facto* merupakan keseluruhan penduduk dengan karakteristik serupa yang hidup di tempat yang sama tanpa memandang status hukum dan kewarganegaraan. Kepadatan penduduk kota merupakan indikator awal untuk mendeteksi tingkat perkembangan wilayah perkotaan beserta seluruh kemungkinan dampak yang ditimbulkan. Dengan pertumbuhan populasi penduduk kota yang cepat, kebutuhan bahan bakar, kebutuhan sandang dan pangan, serta limbah yang dihasilkan akan berpengaruh dengan cepat terhadap permasalahan lingkungan hidup (Darsono, 2013). Data yang dipergunakan pada penelitian ini merupakan jumlah total populasi penduduk kota dari masing-masing kelompok negara yang bersumber dari *World Bank* pada tahun 2000-2019.

#### 5. **Dummy Protokol Kyoto**

Protokol *Kyoto* merupakan 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. Protokol *Kyoto* merupakan perjanjian iklim pertama yang mengikat secara hukum, perjanjian tersebut mengharuskan negara-negara maju untuk mengurangi emisi yang dihasilkan rata-rata sebesar 5%. Konvensi ini dilaksanakan di *Kyoto*, Jepang pada tanggal 11 Desember 1997, kemudian kesepakatan ini mulai berlaku sejak tanggal 16 Februari 2005 (UN, 2019). Kebijakan ini mengatur terkait dengan pengurangan emisi gas rumah kaca, yang dimana negara-negara industri dengan pendapatan perkapita tinggi memiliki tanggung jawab terhadap laju emisi gas kaca yang dihasilkan. Dalam hal ini, penurunan emisi gas rumah kaca dikenal sebagai *quantified emission limitation and reduction commitment (QELROs)* yang dimana kebijakan ini bersifat mengikat secara hukum serta memiliki periode komitmen, sehingga setiap negara yang terikat pada kebijakan

ini memiliki batas emisi yang dihasilkan. Data yang dipergunakan pada penelitian ini merupakan data *dummy*, yang dimana kelompok negara dengan pendapatan menengah ke bawah, negara berpendapatan menengah ke atas, dan negara berpendapatan tinggi, yang sudah menerapkan hasil kesepakatan protokol *Kyoto* tersebut atau belum.

Dimana, *dummy* protokol *Kyoto*;

0 : Sebelum menerapkan protokol *Kyoto*

1 : Sesudah menerapkan protokol *Kyoto*

### 3.5. Metode Analisis Data Penelitian Pertama

Teknik pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan model ekonometrika persamaan linear berganda yang menggabungkan data *cross section* dan *time series* ini disebut data panel (*panel polled data*). Proses pembentukan data panel adalah dengan menggabungkan unit deret waktu dengan lintang silang sehingga terbentuklah suatu kumpulan data. Ada beberapa keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan data panel. Pertama, data panel yang merupakan gabungan dua data *time series* dan *cross section* mampu menyediakan data yang lebih banyak sehingga menghasilkan *degree of freedom* yang lebih besar. Kedua, menggabungkan informasi dari *time series* dan *cross section* dapat mengatasi masalah yang timbul (Widarjono, 2005).

#### 3.5.1. Model Regresi

Penelitian ini menggunakan regresi linier berganda. Analisis dengan model tersebut digunakan untuk mengetahui apakah sektor industri, sektor transportasi, populasi penduduk kota, dan kebijakan protokol *Kyoto* berpengaruh terhadap emisi gas karbon dioksida. Adapun model umum dari analisis penelitian ini, sebagai berikut:

$$CO2_{it} = \beta_0 + \beta_1 IND_{it} + \beta_2 TRANS_{it} + \beta_3 URB_{it} + \beta_4 Dummy_{it} + \varepsilon_{it}$$

Selanjutnya model tersebut ditransformasikan ke dalam bentuk persamaan linier dengan logaritma sebagai berikut:

$$\log CO2_{it} = \beta_0 + \beta_1 \log IND_{it} + \beta_2 \log TRANS_{it} + \beta_3 \log URB_{it} + \beta_4 Dummy_{it} + \varepsilon_{it}$$

Keterangan :

$CO2_{it}$  = Emisi Gas Karbon Dioksida (Juta Ton)

$IND_{it}$  = Sektor Industri (Persentase)

$TRANS_{it}$  = Jumlah Kendaraan (Juta Unit)

$URB_{it}$  = Populasi Penduduk (Juta Jiwa)

$Dummy_{it}$  = *Dummy* protokol *Kyoto*

0 : Tidak menerapkan protokol *Kyoto*

1 : Sudah menerapkan protokol *Kyoto*

$\mu$  = Error term.

Log = Logaritma.

$i$  = 1, 2, 3, . . . n, Menunjukkan jumlah lintas individu (cross-section).

$t$  = 1, 2, 3, . . . t, Menunjukkan dimensi runtut waktu (time series).

$\beta_0$  = Menunjukkan konstanta (intercept).

$\beta_1, \beta_2, \beta_3,$  dan  $\beta_4$  = Menunjukkan koefisien regresi.

Dalam penelitian ini akan dilakukan sebanyak tiga kali regresi dengan persamaan yang sama untuk mendapatkan hasil estimasi regresi dari data masing-masing kelompok negara seperti yang tertulis pada tujuan penelitian ini. Selanjutnya terdapat perbedaan satuan dan besaran dalam variabel bebas, maka persamaan regresi dibuat model *logaritma*. Alasan pemilihan model *logaritma* adalah untuk menghindari adanya *heteroskedastisitas*, mengetahui koefisien yang menunjukkan *elastisitas*, dan mendekati skala data, hal ini memiliki keuntungan, yaitu untuk menyamakan satuan dan meminimalkan kemungkinan terjadinya *heteroskedastisitas* karena transformasi yang menempatkan skala untuk pengukuran variabel, dan koefisien kemiringan  $\beta_i$  langsung dapat menunjukkan elastisitas Y terhadap  $X_i$  yaitu persentase perubahan dalam Y akibat adanya persentase perubahan dalam  $X_i$  (Gujarati, 2006).

### 3.5.2. Metode Estimasi Model Regresi

#### 1. Pendekatan *Common Effect*

*Common Effect Model* (CEM) atau biasa disebut pula dengan *Pooled Least Square* (PLS), merupakan salah satu pendekatan yang paling sederhana. Dalam hal ini hanya mengkombinasikan data *time series* dan *cross section*. Sehingga tidak memperhatikan dimensi waktu maupun individu, atau dengan kata lain diasumsikan bahwa perilaku data sama dalam berbagai kurun waktu.

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \varepsilon_{it}$$

Keterangan:

$Y$  : Variabel terikat

$X_1, X_2$  : Variabel bebas

$\beta_0$  : Konstanta

$\beta_1, \beta_2$  : Parameter atau koefisien regresi

Karena model ini menggunakan model *OLS*, maka harus melakukan pengujian asumsi klasik. Pengujian asumsi klasik dalam regresi berganda terdiri dari *uji normalitas*, *uji heteroskedastisitas*, *uji autokorelasi*, dan *deteksi multikolinieritas*.

#### 2. Pendekatan *Fixed Effect*

*Fixed Effect Model* (FEM) atau biasa disebut dengan *Least Squares Dummy Variable* (LSDV), merupakan metode yang melihat perbedaan antara individu. Serta dapat diakomodasi dari perbedaan *intersep* dengan menggunakan variabel *dummy*.

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 D_{1i} + \beta_4 D_{2i} + \varepsilon_{it}$$

Keterangan:

$Y$  : Variabel terikat

$X_1, X_2$  : Variabel bebas

$D_1, D_2$	: Variabel <i>Dummy</i>
$\beta_0$	: Konstanta
$\beta_1, \beta_2$	: Parameter atau koefisien regresi

Dalam pendekatan *Fixed Effect Model* (FEM) akan menghasilkan dugaan parameter yang tidak bias dan efisien, namun terdapat kelemahan dalam pendekatan ini, yang di mana jumlah unit observasinya besar maka akan mengurangi derajat bebas model, dan akan mengurangi tingkat keakuratan model.

### 3. Pendekatan *Random Effect*

Pada model *Fixed Effect* yang memasukkan variabel *dummy* dalam modelnya hal ini bertujuan untuk mewakili ketidaktahuan tentang model yang sebenarnya. Namun hal ini juga akan mengurangi derajat kebebasan (*degree of freedom*). Maka dari itu untuk mengurangi efisien parameter, digunakan variabel gangguan (*error terms*) atau *random effect*. *Random Effect Model* (REM) atau biasa disebut juga dengan *Error Component Model* (ECM), merupakan pendekatan yang memasukan efek dimensi individu dan waktu.

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \varepsilon_{it}$$

Keterangan:

$Y$	: Variabel terikat
$X_1, X_2$	: Variabel bebas
$\beta_0$	: Konstanta
$\beta_1, \beta_2$	: Parameter atau koefisien regresi

Dalam hal ini, karena adanya perbedaan antara variabel gangguan didalam persamaan tersebut. Maka metode OLS tidak dapat digunakan untuk menghasilkan estimasi yang efisien. Sehingga metode ini tepat digunakan pada estimasi model *random effect* adalah *Generalized Least Square* (GLS).

### 3.5.3. Uji Spesifikasi Model

Menurut (Widarjono, 2005) bahwa terdapat tiga teknik atau pengujian dalam pemilihan regresi data panel yang dipergunakan, antara lain sebagai berikut.

#### 1. Uji *Chow*

Uji ini dipergunakan untuk menentukan model terbaik antara *Fixed Effect Model* (FEM) dengan *Common Effect Model* (CEM), dengan hipotesis pada uji *chow* adalah sebagai berikut:

$H_0$  : *Common Effect Model* ( Prob > 0,05 )

$H_a$  : *Fixed Effect Model* ( Prob < 0,05 )

Dalam hal ini, jika hasilnya menyatakan menerima hipotesis nol maka model yang terbaik untuk digunakan adalah *Common Effect Model*. Namun, jika hasilnya menyatakan menolak hipotesis nol maka model yang terbaik untuk digunakan adalah *Fixed Effect Model*, selanjutnya pengujian akan berlanjut ke uji *Hausman*.

#### 2. Uji *Hausman*

Uji ini dipergunakan untuk menentukan model terbaik antara *Fixed Effect Model* (FEM) dengan *Random Effect Model* (REM), dengan hipotesis pada uji *hausman* adalah sebagai berikut:

$H_0$  : *Random Effect Model* (Prob > 0,05)

$H_a$  : *Fixed Effect Model* (Prob < 0,05)

Dalam hal ini, jika hasilnya menyatakan menerima hipotesis nol maka model yang terbaik untuk digunakan adalah *Random Effect Model*. Namun, jika hasilnya menyatakan menolak hipotesis nol maka model yang terbaik untuk digunakan adalah *Fixed Effect Model*, dan pengujian akan berlanjut ke *Lagrange Multiplier* (LM).

### 3. Uji Lagrange Multiplier (LM)

Uji ini dipergunakan untuk menentukan model terbaik antara *Common Effect Model* (CEM), dengan *Random Effect Model* (REM), dengan hipotesis pada uji *Lagrange Multiplier* (LM) adalah sebagai berikut:

$H_0$  : *Common Effect Model* ( Prob > 0,05 )

$H_a$  : *Random Effect Model* ( Prob < 0,05 )

Dalam hal ini, jika hasilnya menyatakan menerima hipotesis nol maka model yang terbaik untuk digunakan adalah *Common Effect Model*. Namun, jika hasilnya menyatakan menolak hipotesis nol maka model yang terbaik untuk digunakan adalah *Random Effect Model*. *Common Effect Model* (CEM) atau biasa disebut pula dengan *Pooled Least Square* (PLS), merupakan salah satu pendekatan yang paling sederhana, yang hanya mengkombinasikan data *time series* dan *cross section*. Sehingga dalam hal ini tidak memperhatikan dimensi waktu maupun individu, atau dengan kata lain diasumsikan bahwa perilaku data sama dalam berbagai kurun waktu.

#### 3.5.4. Uji Asumsi Klasik

Pengujian asumsi klasik, dalam regresi berganda, terbagi menjadi tiga bagian antara lain, sebagai berikut:

##### 1. Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan, uji signifikansi variabel independen terhadap variabel dependen melalui uji-t. Uji tersebut akan valid jika *residual* terdistribusi normal. Dalam hal ini untuk mendeteksi apakah *residual* terdistribusi normal atau tidak, yaitu dengan histogram dan uji *Jarque-Bera (J-B)* (Widarjono, 2005).

$H_0$  : Residu terdistribusi normal

$H_a$  : Residu tidak terdistribusi normal

Sehingga dalam hal ini, pengambilan keputusan pada pengujian *normalitas* adalah sebagai berikut:

*Jarque-Bera stat* <  $x^2_{\text{tabel}}$ , *Probability* >  $\alpha = H_0$  diterima, dan  $H_a$  ditolak.

*Jarque-Bera stat* >  $x^2_{\text{tabel}}$ , *Probability* <  $\alpha = H_0$  ditolak, dan  $H_a$  diterima.

## 2. Uji *Heteroskedastisitas*

Uji *heteroskedastisitas* adalah untuk melihat apakah terdapat ketidaksamaan *varians* dari *residual* untuk semua pengamatan pada model regresi. Prasyarat yang harus terpenuhi dalam model regresi adalah tidak adanya gejala *heteroskedastisitas*. Jika *varians* dari nilai *residual* satu pengamatan ke pengamatan yang lain bersifat tetap (konstan) maka disebut *homoskedastisitas*, sedangkan jika *varians* dari nilai *residual* satu pengamatan ke pengamatan lain berbeda disebut *heteroskedastisitas*. Hipotesis yang digunakan untuk mengetahui uji *Heteroskedastisitas*:

$H_0 = \text{Heteroskedastisitas / Residu Seragam.}$

$H_a = \text{Heteroskedastisitas / Residu Tidak Seragam.}$

## 3. Deteksi *Multikolinearitas*

Deteksi *Multikolinearitas* menurut Nachrowi (2009) adanya korelasi antara variabel-variabel bebas menjadikan interpretasi tiap koefisien regresi menjadi tidak lagi benar. Model regresi yang baik seharusnya tidak terjadi korelasi di antara variabel independen. Meskipun begitu, bukan berarti korelasi yang terjadi antara variabel-variabel bebas tidak diperbolehkan, hanya *kolinieritas* yang sempurna atau *perfect collinierity* saja yang tidak diperbolehkan, yaitu terjadinya korelasi linier antara sesama variabel bebasnya. Sedangkan untuk sifat *kolinier* yang hampir sempurna (hubungannya tidak bersifat linier atau korelasi mendekati nol) masih diperbolehkan atau tidak termasuk dalam pelanggaran asumsi. Hipotesis Deteksi *Multikolinearitas* dalam penelitian ini adalah:

$H_0 = \text{Tidak terdapat multikolinearitas}$

$H_a = \text{Terdapat multikolinearitas}$



### 3.5.5. Uji Hipotesis

#### 1. Uji Parsial (Uji t)

Uji ini digunakan untuk melihat signifikansi dari pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen secara individual dalam menjelaskan variabel terikat. Uji ini dilakukan untuk melihat probabilitas t hitung, ketika probabilitas kurang dari taraf signifikansi sebesar 5% maka variabel bebas tersebut signifikan mempengaruhi variabel terikat.

#### **Hipotesis 1**

$H_0 : \beta_1 = 0 \rightarrow$  Sektor industri tidak berpengaruh secara signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida di masing-masing kelompok negara.

$H_a : \beta_1 \neq 0 \rightarrow$  Sektor industri berpengaruh secara signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida di masing-masing kelompok negara.

#### **Hipotesis 2**

$H_0 : \beta_2 = 0 \rightarrow$  Sektor Transportasi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida di masing-masing kelompok negara.

$H_a : \beta_2 \neq 0 \rightarrow$  Sektor Transportasi berpengaruh secara signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida di masing-masing kelompok negara.

#### **Hipotesis 3**

$H_0 : \beta_3 = 0 \rightarrow$  Populasi penduduk kota tidak berpengaruh secara signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida di masing-masing kelompok negara.

$H_a : \beta_3 \neq 0 \rightarrow$  Populasi penduduk kota berpengaruh secara signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida di masing-masing kelompok negara.

#### Hipotesis 4

$H_0 : \beta_4 = 0 \rightarrow$  *Dummy Protocol Kytoto* tidak berpengaruh secara signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida di masing-masing kelompok negara.

$H_a : \beta_4 \neq 0 \rightarrow$  *Dummy Protocol Kytoto* berpengaruh secara signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida di masing-masing kelompok negara.

Hipotesis: Terdapat perbedaan signifikan antara negara-negara yang menerapkan Protokol *Kyoto* (*dummy* = 1) memiliki emisi gas rumah kaca yang lebih rendah daripada negara-negara yang tidak menerapkannya (*dummy* = 0). Variabel *Dummy*: penerapan protokol *Kyoto* (1 = Menerapkan, 0 = Tidak menerapkan)

Kriteria pengujian :

- a. Jika nilai t-hitung  $>$  nilai t-tabel maka  $H_0$  ditolak atau menerima  $H_a$ . Artinya variabel bebas berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat.
- b. Jika nilai t-hitung  $<$  nilai t-tabel maka  $H_0$  diterima atau menolak  $H_a$ . Artinya variabel bebas tidak berpengaruh terhadap variabel terikat.

#### 2. Uji F Statistik

Uji F atau uji koefisien regresi secara bersama-sama digunakan untuk mengetahui apakah secara bersama-sama variabel independen berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen. Untuk menentukan hasil hipotesis pada uji F, maka menggunakan nilai F hitung dan F tabel dengan hipotesis sebagai berikut :

- a.  $H_0: \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4 = 0 \rightarrow$  Variabel independen tidak mampu mempengaruhi variabel dependen secara bersama sama.
- b.  $H_a : \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4 \neq 0 \rightarrow$  Paling tidak salah satu variabel independen mampu mempengaruhi variabel dependen secara bersama-sama.

Jika F hitung  $>$  F tabel dengan  $\alpha$  5% maka  $H_0$  ditolak dan menerima  $H_a$  sehingga variabel bebas secara bersama sama berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat. Namun jika F hitung  $<$  F tabel dengan  $\alpha$  5%.

### 3.5.6. Uji Koefisiensi Determinasi ( $R^2$ )

Uji yang menunjukkan besarnya daya kemampuan menerangkan variabel bebas terhadap variabel terikat pada model. Nilai  $R^2$  berkisar antara  $0 < R^2 < 1$  sehingga kesimpulan yang akan diambil adalah :

- a. Nilai  $R^2$  mendekati nol artinya kemampuan variabel bebas dalam menjelaskan variabel-variabel terikat sangat terbatas.
- b. Nilai  $R^2$  mendekati satu artinya kemampuan variabel bebas memberikan semua informasi untuk memprediksi variasi variabel terikat.

Teknik pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan model ekonometrika persamaan linear berganda yang menggabungkan data *cross section* dan *time series* ini disebut data panel (*panel pooled data*). Proses pembentukan data panel adalah dengan menggabungkan unit deret waktu dengan kerat lintang sehingga terbentuklah suatu kumpulan data. Ada beberapa keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan data panel. Pertama, data panel yang merupakan gabungan dua data *time series* dan *cross section* mampu menyediakan data yang lebih banyak sehingga menghasilkan *degree of freedom* yang lebih besar. Serta penggunaan data panel juga dapat mengatasi masalah yang timbul (Widarjono, 2005).

### 3.6. Metode Analisis Data Penelitian Kedua

Metode analisis data yang dipergunakan untuk menjawab dari tujuan penelitian kedua, dengan menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Dalam hal ini metode deskriptif kuantitatif yang dipergunakan untuk menggambarkan dan meringkas data secara numerik dengan menggunakan angka dan statistik. Tujuan utama dari metode ini adalah memberikan gambaran yang jelas, terperinci, dan ringkas tentang karakteristik dari data yang diperoleh (Widarjono, 2005).

Metode ini pula akan mempergunakan teknik visualisasi data seperti grafik ataupun gambar. Analisis deskriptif kuantitatif berguna dalam memberikan gambaran tentang sebaran data, pusat data, dan kemungkinan adanya outlier (pencilan). Dengan mempergunakan metode ini akan sangat membantu dalam mengidentifikasi tren, perbedaan, ataupun pola data. Analisis deskriptif kuantitatif pada penelitian ini, akan menjelaskan kebijakan ekonomi yang diambil oleh pemerintah di suatu negara dalam mengurangi emisi gas karbon dioksida yang dihasilkan, yaitu dengan cara menerapkan kebijakan Pajak Karbon (Carbon Tax). Sehingga dengan menggunakan metode analisis ini akan memberikan gambaran tentang negara-negara mana saja yang sudah menerapkan kebijakan pajak karbon tersebut beserta besaran tarif yang sudah ditetapkan di masing-masing negara.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian dan pembahasan yang telah dijelaskan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1) Negara berpendapatan menengah ke bawah (*Lower Middle Income*)

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa, variabel sektor industri berpengaruh secara negatif dan signifikan, sehingga dapat diartikan bahwa peningkatan pada kegiatan sektor industri, justru akan menurunkan emisi gas karbon dioksida yang dihasilkan. Sementara pada variabel sektor transportasi, populasi penduduk kota, dan *dummy* protokol *Kyoto* berpengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan emisi gas karbon dioksida pada kelompok negara berpendapatan menengah ke bawah (*Lower Middle Income*).

2) Negara berpendapatan menengah ke atas (*Upper Middle Income*)

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa, variabel sektor transportasi, populasi penduduk kota dan *dummy* protokol *Kyoto* berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap peningkatan emisi gas karbon dioksida pada kelompok negara berpendapatan menengah ke atas (*Upper Middle Income*).

### 3) Negara Berpendapatan tinggi (*High Income*)

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa, variabel sektor industri dan sektor transportasi berpengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan emisi gas karbon dioksida. Sedangkan variabel *dummy* protokol *Kyoto* berpengaruh secara negatif dan signifikan, variabel *dummy* protokol *Kyoto* berpengaruh secara negatif terhadap emisi gas karbon dioksida. Dalam hal ini, kelompok negara berpendapatan tinggi terindikasi sudah menerapkan protokol *Kyoto*. Kelompok negara maju sangat serius dan komitmen dalam menjalankan kebijakan protokol *Kyoto*. Selain itu, negara-negara maju juga memiliki target dan langkah yang jelas dalam memitigasi terhadap pemanasan global yang terjadi secara nyata.

## 5.2. Saran

Saran yang diajukan oleh penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Untuk negara berpendapatan menengah ke bawah (*Lower Middle Income*) diperlukan peran pemerintah dalam hal membuat kebijakan yang mendukung lingkungan, seperti menerapkan kebijakan *carbon tax* atau pajak karbon, dalam hal ini menetapkan pajak karbon pada sektor transportasi sangat membantu dalam mengurangi emisi gas karbon dioksida. Sehingga nantinya akan mendorong perusahaan atau masyarakat untuk mencari solusi yang lebih ramah lingkungan dalam mengurangi penggunaan energi fosil pada sektor transportasi. Selain itu diperlukan penggunaan teknologi yang ramah lingkungan dalam proses produksi. Serta komitmen pada negara *lower middle income* dalam meratifikasi atau melaksanakan kebijakan protokol *Kyoto* untuk mengurangi emisi gas karbon dioksida yang dihasilkan.

2) Untuk negara berpendapatan menengah ke atas (*Upper Middle Income*) diperlukan peran pemerintah membuat kebijakan yang mendukung lingkungan, seperti menerapkan kebijakan *carbon tax* atau pajak karbon, dalam hal ini menetapkan pajak karbon pada sektor industri dan sektor transportasi sangat membantu dalam mengurangi emisi gas karbon dioksida.

Sehingga nantinya akan mendorong perusahaan atau masyarakat untuk mencari solusi yang lebih ramah lingkungan dan mengurangi penggunaan energi fosil pada sektor industri dan sektor transportasi. Selain itu kepadatan penduduk kota yang begitu tinggi pada kelompok negara ini, maka diperlukan untuk mengembangkan teknologi produksi yang lebih efisien dengan menggunakan sumber energi terbarukan, seperti penggunaan energi terbarukan bertenaga surya, air, angin, dan lain sebagainya. Sehingga hal tersebut dapat membantu mengurangi emisi gas karbon dioksida. Serta komitmen pada negara *upper middle income* dalam meratifikasi atau melaksanakan kebijakan protokol *Kyoto* untuk mengurangi emisi gas karbon dioksida.

3) Untuk negara berpendapatan tinggi (*High Income*) diperlukan peran pemerintah dalam hal membuat kebijakan yang mendukung lingkungan seperti menerapkan kebijakan *carbon tax* pada sektor industri dan sektor transportasi, sehingga dapat membantu dalam mengurangi emisi gas karbon dioksida. Selain itu diperlukan peran pemerintah dalam menjalankan *action plan* yang jelas dan terukur dalam mengurangi emisi gas karbon dioksida, dikarenakan kelompok negara ini bertanggung jawab yang besar terhadap peningkatan emisi gas karbon dioksida dunia. Selain itu, diperlukan dukungan dari negara maju pada negara berkembang dalam hal keuangan dan transfer teknologi yang ramah lingkungan dalam membantu untuk mengurangi emisi gas karbon dioksida.

4) Untuk keseluruhan masing-masing kelompok negara diperlukan peran pemerintah dalam meningkatkan kesadaran masyarakat tentang penting pengurangan emisi gas karbon dioksida, melalui edukasi, program kesadaran lingkungan, ataupun kampanye publik. Sehingga hal ini akan sangat membantu meningkatkan partisipasi dan dukungan dari masyarakat, perusahaan, ataupun komunitas untuk mengurangi emisi gas karbon dioksida.

5) Terakhir keterbatasan dalam penelitian ini adalah tidak menganalisis lebih komprehensif dengan data dan populasi dari masing masing kelompok negara yang jauh lebih banyak. Maka untuk penelitian selanjutnya didorong untuk menggunakan lebih banyak lagi sampel negara-negara dari masing kelompok negara, serta menggunakan periode waktu penelitian yang lebih panjang.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, D. A. (2012). Dampak pertumbuhan dan keterbukaan ekonomi terhadap degradasi lingkungan. *Departemen Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi Dan Manajemen Institut Pertanian Bogor*, 1–142.
- Al-Mulali, U., & Ozturk, I. (2015). The effect of energy consumption, urbanization, trade openness, industrial output, and the political stability on the environmental degradation in the MENA (Middle East and North African) region. *Energy*, 84, 382–389. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.03.004>
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Produk Domestik Bruto Indonesia Menurut Penggunaan dan Agregat-agregatnya*.
- Buanawaty, P., & 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), 36–42. <https://ideas.repec.org/a/eco/journ1/2017-03-6.html>
- Crippa, M., Guizzardi, D., Solazzo, E., Muntean, M., Schaaf, E., Monforti-Ferrario, F., Banja, M., Olivier, J. G. J., Grassi, G., Rossi, S., & Vignati, E. (2019). *GHG emissions of all world countries* (Issue October). <https://doi.org/10.2760/173513>

- Damayanti, R. (2016). *Analisis Pola Hubungan PDRB Dengan Faktor Pencemaran Lingkungan Di Indonesia Menggunakan Pendekatan Geographically Weighted Regression Approach To Analyze the Corellation Geographically Weighted Regression of Domestic Regional Product and Spatial Pattern* .
- Daraba. (2001). *Eksternalitas dan Kebijakan Publik*. 9–10.
- Darsono. (2013). Pengaruh Kecerdasan Emosional dan Pengetahuan Lingkungan Hidup. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24.
- Dong, F., Wang, Y., Su, B., Hua, Y., & Zhang, Y. (2019). The process of peak CO2 emissions in developed economies: A perspective of industrialization and urbanization. *Resources, Conservation and Recycling*, 141(July 2018), 61–75. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.010>
- Drews *et.all.* (2017). Perspective of industrialization and urbanization. *Resources, Conservation and Recycling*
- Ersalina Tang. (2017). Pengaruh Penanaman Modal Asing, Pendapatan Domestik Bruto, Konsumsi Energi, Konsumsi Listrik, Dan Konsumsi Daging Terhadap Kualitas Lingkungan Pada 41 Negara Di Dunia Dan 17 Negara Di Asia Periode 1999-2013. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 2(2), 1–12.
- Febriana, S (2021). Hubungan Pembangunan Ekonomi Terhadap Kualitas Lingkungan Hidup. *JDEP Vol. 2 No. 2 (2019)*: hlm. 58-70
- Gerden, T. (2018). The adoption of the kyoto protocol of t he united nations framework convention on climate change. *Prispevki Za Novejso Zgodovino*, 58(2). <https://doi.org/10.51663/pnz.58.2.07>

- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). *Environmental impacts of a North American free trade agreement*. 3914.
- Gujarati. (2006). Basic Econometrics. In *The Economic Journal* (Vol. 82, Issue 326).  
<https://doi.org/10.2307/2230043>
- Hardini. (2011). *Hubungan Antara Pertumbuhan Penduduk, Kemiskinan dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Kualitas Lingkungan di Kota Semarang Tahun 2001-2008*.
- Hussain, J., Khan, A., & Zhou, K. (2020). The impact of natural resource depletion on energy use and CO2 emission in Belt & Road Initiative countries: A cross-country analysis. *Energy*, 199. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117409>
- IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis - Summary for the Policymakers (Working Group I). In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*.
- James. (2015). *The Impact of Kyoto Protocol on Environment Quality, Climate Change 2015*.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2020). Inventarisasi emisi GRK bidang energi. *Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi Tahun 2020*, 41. <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-inventarisasi-emisi-gas-rumah-kaca-sektor-energi-tahun-2020.pdf>

Kofi Adom, P., Bekoe, W., Amuakwa-Mensah, F., Mensah, J. T., & Botchway, E. (2012). Carbon dioxide emissions, economic growth, industrial structure, and technical efficiency: Empirical evidence from Ghana, Senegal, and Morocco on thecausaldynamics. *Energy*, *47*(1), 314–325.  
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.09.025>

Kuznets. (1955). *Economic Growth and Income Inequality*.

Lau, L. S., Choong, C. K., & Eng, Y. K. (2014). Investigation of the environmental Kuznets curve for carbon emissions in Malaysia: DO foreign direct investment and trade matter? *Energy Policy*, *68*, 490–497.  
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.002>

Lewis, P. M. (2019). Economic growth and development. *Routledge Handbook of Democratization in Africa*, *3*(1), 419–433. <https://doi.org/10.4324/9781315112978-30>

Marselina. (2020). *Does Governemnt Intervention Matters on Economic Growth ( Case Study Asean Countries )*. *29*(02), 2028–2032.

Mason, J. (2002). *The Challenge of Qualitative Research*.

Musah, M., Mensah, I. A., Alfred, M., Mahmood, H., Murshed, M., Omari-Sasu, A. Y., Boateng, F., Nyeadi, J. D., & Coffie, C. P. K. (2022). Reinvestigating the pollution haven hypothesis: the nexus between foreign direct investments and environmental quality in G-20 countries. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(21), 31330–31347. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17508-0>

Nachrowi. (2009). *The Rule of Mathematics and Econometrics in Understanding Economics*.

- Nguyen. (2019). Trade off between environment, energy consumption and human development: Do levels of economic development matter? *Energy*, 173, 483–493. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.02.042>
- Owen, A. D. (2004). Environmental externalities, market distortions and the economics of renewable energy technologies. *Energy Journal*, 25(3), 127–156. <https://doi.org/10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol25-No3-7>
- Panayotou, T. (1993). Economic Growth and The Environment Paper prepared for and presented at the Spring Seminar of the United Nations Economic Commission for Europe, Geneva, March 3,. *Harvard University and Cyprus International Institute of Management*, 49.
- Phong, L. H. (2019). Globalization, financial development, and environmental degradation in the presence of environmental Kuznets curve: Evidence from ASEAN-5 countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(2), 40–50. <https://doi.org/10.32479/ijeep.7290>
- Pindyck, R., & Rubinfeld, D. (2018). *Practice , Engage , and Assess with MyLab Economics* ®.
- Poumanyong, P., & Kaneko, S. (2010). Does urbanization lead to less energy use and lower CO2 emissions? A cross-country analysis. *Ecological Economics*, 70(2), 434–444. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.09.029>
- Romer, D. (2006). Advanced Macroeconomics. In *The MacGraw Hill Series in Economics* (Vol. 1999, Issue December).
- Rostow. (1959). *The Stages of Economic Growth*. 12(1), 1–16.

- Samuelson, P. (1986). *Divergence and Convergence: Paul Samuelson on Economic Development*. 535–569. [https://doi.org/10.1057/978-1-137-56812-0\\_22](https://doi.org/10.1057/978-1-137-56812-0_22)
- Setyari, (2021). Environmental Kuznets Curves for air pollution in developed countries
- Sulemana, I., James, H. S., & Rikoon, J. S. (2017). Environmental Kuznets Curves for air pollution in African and developed countries: exploring turning point incomes and the role of democracy. *Journal of Environmental Economics and Policy*, 6(2), 134–152. <https://doi.org/10.1080/21606544.2016.1231635>
- Tarmizi, M. M. (2019). *Determinan emisi gas karbon dioksida dalam teori pertumbuhan ekonomi endogen*.
- Thomas, V., & Chindarkar, N. (2019). Economic Evaluation of Sustainable Development. In *Economic Evaluation of Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-6389-4>
- Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2012). *The Developed and Developing World Income*.
- Undang-Undang. (2009). Undang-Undang Republik Indonesia Nomer 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Was'an, G. H. (2012). *Degradasi Lingkungan (Studi Kasus : Negara Berkembang Dan Maju )*.
- WCED. (2020). The World Commission on Environment and Development presented its report. *Medicine and War*, 4(1), 17–25. <https://doi.org/10.1080/07488008808408783>

- Widarjono, A. (2005). *Ekonometrika : Teori dan Aplikasi Untuk Ekonomi dan Bisnis*. In *Buku scan*.
- World Bank. (2021). World Bank Group. In *The World Bank Group A to Z 2021*. [https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0484-7\\_world\\_bank\\_group](https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0484-7_world_bank_group)
- Xu, B., & Lin, B. (2015). Carbon dioxide emissions reduction in China's transport sector: A dynamic VAR (vector autoregression) approach. *Energy*, 83, 486–495. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.02.052>
- Yang, B., Xu, T., & Shi, L. (2017). Analysis on sustainable urban development levels and trends in China's cities. *Journal of Cleaner Production*, 141, 868–880. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.121>
- Yuniarti, D. (2019). Eksternalitas Lingkungan. *Ahmad Dahlan University, April*, 1–15. [chromeextension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/DiniYuniarti/publication/332494798\\_EksternalitasLingkungan/links/5cb8115aa6fdcc1d499c646e/.pdf](chromeextension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/DiniYuniarti/publication/332494798_EksternalitasLingkungan/links/5cb8115aa6fdcc1d499c646e/.pdf)
- Zhou, A., & Li, J. (2020). Impact of income inequality and environmental regulation on environmental quality: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 274, 123008. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123008>
- Zoundi, Z. (2017). CO2 emissions, renewable energy and the Environmental Kuznets Curve, a panel cointegration approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72(February 2016), 1067–1075. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.018>