

**PENGARUH PDB PER KAPITA, KETIMPANGAN PENDAPATAN, DAN  
JUMLAH PENDUDUK TERHADAP EMISI CO<sub>2</sub> (ANALISIS  
*ENVIRONMENTAL KUZNET CURVE* DI INDONESIA)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Rily Yunita**

**NPM 1911021033**



**FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRAK

### **PENGARUH PDB PER KAPITA, KETIMPANGAN PENDAPATAN, DAN JUMLAH PENDUDUK TERHADAP EMISI CO<sub>2</sub> (ANALISIS ENVIRONMENTAL KUZNET CURVE DI INDONESIA)**

OLEH

**RILY YUNITA**

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh PDB per kapita, ketimpangan pendapatan, dan jumlah penduduk terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia tahun 1990-2021 serta melihat eksistensi *enviromental kuznets curve* di Indonesia. Penelitian ini menggunakan data *time series*. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu *error correction model* untuk melihat pengaruh jangka pendek dan jangka panjang pada variabel yang diuji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hipotesis EKC tidak berlaku di Indonesia baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. PDB per kapita berpengaruh positif signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub> dalam jangka pendek dan jangka panjang. Ketimpangan pendapatan berpengaruh positif tidak signifikan dalam jangka pendek dan negatif tidak signifikan dalam jangka panjang terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia. Jumlah penduduk berpengaruh negatif tidak signifikan dalam jangka pendek dan berpengaruh positif signifikan dalam jangka panjang terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia. Secara simultan seluruh variabel bersama sama berpengaruh signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub>.

**Kata Kunci:** *Emisi CO<sub>2</sub>, EKC, Ketimpangan, PDB, Penduduk*

## **ABSTRACT**

### ***THE INFLUENCE OF GDP PER CAPITA, INCOME INEQUALITY, AND POPULATION ON CO2 EMISSIONS (ENVIRONMENTAL KUZNET CURVE ANALYSIS IN INDONESIA)***

***BY***

**RILY YUNITA**

*This study aims to look at the effect of GDP per capita, income inequality, and population on CO2 emissions in Indonesia in 1990-2021 and see the existence of the environmental kuznets curve in Indonesia. This study uses time series data. The method used in this research is the error correction model to see the short-term and long-term effects on the variables tested. The results of the study show that the EKC hypothesis does not apply in Indonesia, both in the short and long term. GDP per capita has a significant positive effect on CO2 emissions in the short and long term. Income inequality has no significant positive effect in the short term and no significant negative effect in the long term on CO2 emissions in Indonesia. The population has no significant negative effect in the short term and a significant positive effect in the long term on CO2 emissions in Indonesia. Simultaneously all variables together have a significant effect on CO2 emissions.*

***Keywords: CO2 Emissions, EKC, Inequality, GDP, Population***

**PENGARUH PDB PER KAPITA, KETIMPANGAN PENDAPATAN, DAN  
JUMLAH PENDUDUK TERHADAP EMISI CO<sub>2</sub> (ANALISIS  
*ENVIRONMENTAL KUZNET CURVE* DI INDONESIA)**

Oleh

**RILY YUNITA**

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
**SARJANA EKONOMI**

Pada

Jurusan Ekonomi Pembangunan  
Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung



**FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

Judul Skripsi : **PENGARUH PDB PER KAPITA, KETIMPANGAN PENDAPATAN, DAN JUMLAH PENDUDUK TERHADAP EMISI CO2 (ANALISIS ENVIRONMENTAL KUZNET CURVE DI INDONESIA)**

Nama Mahasiswa : **Rily Yunita**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1911021033

Jurusan : Ekonomi Pembangunan

Fakultas : Ekonomi dan Bisnis



**Prof. Dr. Toto Gunarto, S.E., M.Si.**

NIP. 195603251983031000

**MENGETAHUI**

Ketua Jurusan Ekonomi Pembangunan

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Neli Aida', written over a horizontal line.

**Dr. Neli Aida, S.E., M.Si.**

NIP. 19631215 198903 2 002<sup>mnv</sup>

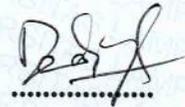
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

Ketua : **Prof. Dr. Toto Gunarto, S.E., M.Si.**



Penguji 1 : **Dr. Dedy Yuliawan, S.E., M.Si.**



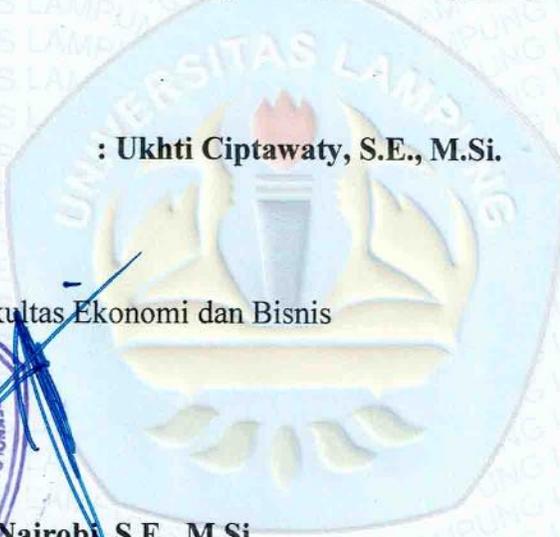
Penguji 2 : **Ukhti Ciptawaty, S.E., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis

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

NIP.19660621 199003 1003



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **10 Oktober 2023**

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

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

Bandar Lampung, 11 Desember 2023

Penulis



RILY YUNITA

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Utama Jaya, Kecamatan Seputih Mataram, Kabupaten Lampung Tengah pada tanggal 23 Juli 2000 dan merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak Ratno dan Ibu Eni.

Penulis memulai pendidikan dari jenjang TK di TK Perintis Desa Trimulyo Mataram tahun 2006 hingga 2007. Kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 2 Trimulyo Mataram, Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2007 hingga 2013. Setelah menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar, penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 2 Seputih Mataram, Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2013 hingga 2016. Lalu penulis melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Seputih Mataram, Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2016 hingga 2019.

Pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan perguruan tinggi di Universitas Lampung jurusan S1 Ekonomi Pembangunan melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis mengambil konsentrasi ekonomi perencanaan bidang ekonomi sumber daya alam dan lingkungan. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi anggota muda Himpunan Mahasiswa Ekonomi Pembangunan (Himepa) tahun 2019/2020. Penulis pernah menjadi anggota Koperasi Mahasiswa Unila (Kopma Unila) tahun 2020 hingga 2022. Penulis pernah menjadi kepala Departemen Hubungan Luar dan Pengabdian Masyarakat UKM Penelitian Unila tahun 2022. Penulis juga pernah menjadi sekretaris Departemen Pengabdian Masyarakat Ikatan Lembaga Penalaran dan Penelitian Mahasiswa Indonesia tahun 2022. Selain itu, penulis juga pernah mengikuti beberapa kegiatan *volunteering* diantaranya yaitu *volunteer Young Farmer Club Dictio* pada tahun 2020, *volunteer* 10 Hari Produktif Siswa

Foundation pada tahun 2020, dan beberapa kegiatan sosial lainnya. Penulis pernah mendapatkan pendanaan Program Mahasiswa Wirausaha (PMW) Universitas Lampung pada tahun 2020. Selain itu, pada tahun 2022 penulis juga pernah mendapatkan pendanaan Program Peningkatan Kapasitas Organisasi Kemahasiswaan yang diadakan oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi melalui Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga pernah mendapatkan beberapa prestasi di bidang kepenulisan diantaranya yaitu medali perak pada *Paper Competition International Research Innovation Green Agroindustry and Bio-Economy* Universitas Brawijaya 2023, medali emas pada *International Agritech Research and Entrepreneurship* Universitas Brawijaya 2022, Juara Harapan 2 Lomba Inovasi Program Pemberdayaan dan Pembangunan Desa UNY 2022, Juara1 LKTIM-OTN Universitas Brawijaya 2021, Juara 1 Lomba Essay Nasional Kopma Fair UIN Malang 2021, dan beberapa prestasi lainnya.

Pada tahun 2022 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Mandiri Putra Daerah di Desa Utama Jaya, Kecamatan Seputih Mataran, Kabupaten Lampung Tengah selama 40 hari. Selain itu, penulis juga pernah mengikuti beberapa kegiatan pengabdian masyarakat diantaranya yaitu pengabdian di Desa Wonoharjo, Kabupaten Tanggamus pada tahun 2019; pengabdian masyarakat di Desa Sidokaton, Kabupaten Tanggamus pada tahun 2021-2022; dan pengabdian masyarakat di Desa Simpang Kanan, Kabupaten Tanggamus pada tahun 2022. Penulis juga pernah mengikuti kegiatan MBKM Program Pertukaran Mahasiswa Tanah Air Permata Merdeka di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur dan Universitas Jember pada tahun 2021.

## MOTTO

*“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”*

**-QS. Al-Insyirah:6**

*“Ilmu itu bukan yang dihafal tapi yang memberi manfaat”*

**-Imam Syafi'i**

*“Wanita harus wani tapa. Dalam dukanya, dalam ikhtiarnya, terus tapa terus terhubung dengan yang maha kuasa. Kita ini sakdermo wayang. Wayang harus dekat dengan dalang”*

**-Ning Khilma Anis**

*“Jika belum terwujud jangan lelah sujud, jika sudah terwujud jangan lupa sujud”*

**-Gus Rifqil Muslim**

*“Jika kita punya niat baik, pasti selalu dikasih banyak kebaikan-kebaikan”*

**-Rily Yunita**

*“Mikul Duwur, Mendhem Jero”*

## PERSEMBAHAN



*Alhamdulillahirabbil'alamin, dengan rasa syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta teriring shalawat kepada Nabi Muhammad SAW. Dengan kerendahan hati, ku persembahkan Karya Tulis ini kepada:*

*Kedua Orang Tuaku Tersayang*

***Ratno***

***Eni***

*Terimakasih kepada bapak dan ibu yang selalu memberikan doa terbaik untuk anakmu ini hingga bisa menyelesaikan skripsinya. Terimakasih atas segala perjuangan, pengorbanan, kesabaran, cinta, dan nasihat dalam mendidiku hingga sampai di titik yang sekarang. Terimakasih atas segala dukungan, baik secara moral dan materi untuk kesuksesanku selama ini. Aku sangat bersyukur kepada Allah SWT karena terlahir dikeluarga yang sederhana ini namun memiliki kasih sayang yang tidak terbatas sehingga aku bisa bertahan dan tidak pantang menyerah dalam menghadapi segala tantangan. Semoga kita selalu hidup bahagia dalam ketentraman serta bisa selalu bersama di dunia dan di akhirat kelak, aamiin.*

*Untuk keluarga besarku, terimakasih untuk setiap doa baiknya serta selalu mendukungku hingga saat ini*

*Serta*

***Almamater tercinta  
Jurusan Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi dan Bisnis  
Universitas Lampung***

*Semoga karya ini bermanfaat*

## SAWANCANA

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Pengaruh PDB Per Kapita, Ketimpangan Pendapatan, dan Jumlah Penduduk Terhadap Emisi CO2 (Analisis *Environmental Kuznets Curve* di Indonesia)**” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Ekonomi pada Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung.

Proses pembelajaran yang penulis alami selama ini memberikan kesan dan makna mendalam bahwa ilmu dan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis masih sangat terbatas. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai kesulitan dan hambatan, namun dengan adanya bimbingan, dukungan serta saran dari berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini dengan ketulusan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Nairobi, S.E., M.Si., selaku Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung.
2. Ibu Dr. Neli Aida, S.E., M.Si., selaku Ketua Jurusan Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung.
3. Ibu Ukhti Ciptawaty, S.E., M.Si., selaku Sekretaris Jurusan Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung.
4. Prof. Dr. Toto Gunarto S.E.,M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan, arahan serta ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Ibu Dr. Marselina, S.E., M.P.M., selaku dosen pembahas seminar proposal yang senantiasa memberi pengarahan, kritik dan saran, serta dukungan dan bantuan kepada penulis dalam rangka menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Dedy Yuliawan, S.E., M.Si., selaku dosen pembahas yang senantiasa memberi pengarahan, kritik dan saran, serta dukungan dan bantuan kepada penulis dalam rangka menyelesaikan skripsi ini.
7. Ibu Ukhti Ciptawati S.E.,M.Si. selaku selaku dosen pembahas yang senantiasa memberi pengarahan, kritik dan saran, serta dukungan dan bantuan kepada penulis dalam rangka menyelesaikan skripsi ini.
8. Bapak Imam Awaludin, S.E., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dari awal hingga akhir perkuliahan.
9. Bapak Sumargono, S.Pd., M.Pd. selaku pembina UKM Penelitian sekaligus dosen pembimbing saat mengikuti kompetisi. Terimakasih atas semua ilmu dan pengetahuan yang telah diberikan. Terimakasih telah membimbing dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
10. Seluruh Dosen Pengajar Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan pelajaran yang bermanfaat selama masa perkuliahan.
11. Seluruh Staf dan Karyawan di lingkungan Fakultas Ekonomi dan Bisnis yang telah memberikan banyak sekali bantuan dan pelayanan untuk kelancaran proses penyelesaian skripsi ini.
12. Kedua orang tua saya, Bapak Ratno dan Ibu Eni yang selalu memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang kepada penulis.
13. Keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk penulis., sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan.
14. Sahabat-sahabat selama kuliah dalam grup *friends*, Diah Intan Pratiwi, Desy Ratnasari, Meling Malida, Nova Elia, Wanda Aprillia Melati, dan Elsa Fika Akhrani. Terimakasih sudah saling mendukung dan membantu dalam proses perkuliahan dari awal hingga akhir.
15. Pengurus dan anggota UKM Penelitian Universitas Lampung periode 2021 dan 2022 Indah, Prengki, Wanda, Ogas, Dimas, Ratih, Musya, Roni,

Amel, dan seluruh anggota UKM Penelitian yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terimakasih telah memberikan warna yang indah untuk masa-masa perkuliahan. Terimakasih untuk semua pengalaman dan perjuangan selama ini.

16. Pengurus dan anggota Ikatan Lembaga Penalaran dan Penelitian Mahasiswa Indonesia periode tahun 2022, khususnya departemen pengabdian masyarakat. Terimakasih untuk seluruh pembelajaran dan pengalaman yang berharga untuk penulis.
17. Teman-teman jurusan ekonomi pembangunan angkatan 2019, Alifia, Salsa, Wika, Farrel, Cici, dan teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu per satu. Terimakasih untuk kebersamaan dan dukungannya selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan.
18. Seluruh masyarakat Desa Sidokaton, Kabupaten Tanggamus dan masyarakat Desa Simpang Kanan, Kabupaten Tanggamus. Terimakasih atas pengalamannya untuk menjadi masyarakat seutuhnya. Semoga penulis selalu bisa bersilaturahmi dan memberikan manfaat.
19. Teman-teman seperjuangan Kuliah Kerja Nyata (KKN) 2022 Desa Utama Jaya, Kabupaten Lampung Tengah. Terimakasih untuk kebersamaan dan pengalamannya selama ini. Semoga kita selalu diberikan kebaikan dan kesuksesan.
20. Almamater yang ku banggakan, Universitas Lampung.
21. Pihak-pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Bandar Lampung, 7 Agustus 2023

Penulis

Rily Yunita

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<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>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	16
C. Tujuan Penelitian .....	17
D. Manfaat Penelitian .....	17
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>18</b>
A. Landasan Teori.....	18
1. Pembangunan Berkelanjutan .....	18
2. Pertumbuhan Ekonomi .....	20
3. Ketimpangan Pendapatan .....	21
4. Penduduk .....	23
5. Degradasi Lingkungan .....	24
6. <i>Environmental Kuznet Curve</i> (EKC).....	25
7. Hubungan Produk Domestik Bruto terhadap Emisi CO <sub>2</sub> .....	27
8. Hubungan Ketimpangan Pendapatan terhadap Emisi CO <sub>2</sub> .....	27
9. Hubungan Jumlah Penduduk terhadap Emisi CO <sub>2</sub> .....	29
B. Penelitian Terdahulu .....	31
C. Kerangka Pemikiran.....	35
D. Hipotesis Penelitian.....	36
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>37</b>
A. Ruang Lingkup Penelitian.....	37
B. Jenis dan Sumber Data .....	37
C. Definisi Operasional Variabel.....	38
1. Emisi CO <sub>2</sub> .....	38
2. PDB Per kapita .....	38
3. Ketimpangan Pendapatan .....	38
4. Jumlah Penduduk .....	39

D. Spesifikasi Model.....	39
1. Model penelitian untuk menguji hipotesis EKC .....	39
2. Model penelitian untuk menguji pengaruh PDB per kapita, ketimpangan pendapatan, dan jumlah penduduk terhadap emisi CO2.....	40
E. Metode Analisis .....	40
1. Analisis Data .....	41
a) Uji Stasioneritas .....	41
b) Uji Integrasi .....	41
c) Uji Kointegrasi .....	42
2. Estimasi Model.....	43
3. Uji Asumsi Klasik .....	43
a) Uji Normalitas .....	44
b) Uji Autokorelasi .....	44
c) Uji Heteroskedastisitas .....	45
d) Uji Multikolinieritas .....	45
4. Uji Statistik.....	45
a) Uji Parsial (Uji t) .....	45
b) Uji Simultan (Uji F) .....	46
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>48</b>
A. Analisis Statistik Deskriptif.....	48
B. Hasil Analisis Data.....	52
1. Uji Stasioneritas .....	52
2. Uji Integrasi .....	52
3. Uji Kointegrasi .....	53
C. Estimasi Data .....	54
1. Hasil Estimasi <i>Environmental Kuznet Curve</i> (EKC) di Indonesia.....	54
2. Hasil Estimasi Pengaruh PDB per kapita, Ketimpangan Pendapatan, dan Jumlah Penduduk Terhadap Emisi CO2 di Indonesia .....	60
D. Pembahasan Hasil Penelitian .....	68
1. Hipotesis <i>Environmetal Kuznet Curve</i> (EKC) di Indonesia.....	68
2. Pengaruh PDB Per Kapita Terhadap Emisi CO2 di Indonesia .....	74
3. Pengaruh Ketimpangan Pendapatam Terhadap Emisi CO2 di Indonesia	76
4. Pengaruh Jumlah Penduduk Terhadap Emisi CO2 di Indonesia.....	79
<b>BAB V. PENUTUP.....</b>	<b>82</b>
A. Kesimpulan .....	82
B. Saran.....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>85</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>92</b>

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Emisi GRK Nasional Tahun 2000-2019 .....	6
Tabel 2. Negara dengan Total Emisi Terbesar di Dunia, 2020 .....	9
Tabel 3. Emisi CO <sub>2</sub> di Indonesia (juta ton) .....	9
Tabel 4. Penelitian Terdahulu .....	31
Tabel 5. Variabel, Satuan, dan Sumber Data .....	38
Tabel 6. Statistik Deskriptif Variabel Penelitian.....	48
Tabel 7. Uji Stasioneritas pada Tingkat Level .....	52
Tabel 8. Uji Integrasi pada Tingkat <i>First Difference</i> .....	53
Tabel 9. Uji Kointegrasi pada Tingkat Level.....	54
Tabel 10. Hasil Estimasi EKC Jangka Pendek.....	55
Tabel 11. Hasil Estimasi EKC Jangka Panjang .....	56
Tabel 12. Hasil Uji t Model Hipotesis EKC dalam Jangka Pendek.....	56
Tabel 13. Hasil Uji t Model Hipotesis EKC dalam Jangka Panjang.....	57
Tabel 14. Hasil Uji f Model Hipotesis EKC dalam Jangka Pendek.....	58
Tabel 15. Hasil Uji f Model Hipotesis EKC dalam Jangka Panjang .....	59
Tabel 16. Hasil Estimasi Jangka Pendek (ECM) .....	60
Tabel 17. Hasil Uji Heteroskedastisitas .....	61
Tabel 18. Hasil Uji Multikolinieritas .....	62
Tabel 19. Hasil Estimasi Jangka Panjang .....	63
Tabel 20. Hasil Uji t dalam Jangka Pendek .....	64
Tabel 21. Hasil Uji t dalam Jangka Panjang .....	65
Tabel 22. Hasil Uji f dalam Jangka Pendek .....	67
Tabel 23. Hasil Uji t dalam Jangka Panjang .....	67

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pertumbuhan Ekonomi Indonesia tahun 2015-2021 (Persen).....	3
Gambar 2. Tingkat emisi GRK sektor energi berdasarkan jenis gas .....	8
Gambar 3. Emisi CO2 .....	10
Gambar 4. Perkembangan Gini Rasio Tahun 2010-2020 .....	11
Gambar 5 Jumlah Penduduk di Indonesia (ribu jiwa).....	15
Gambar 6. Pendekatan Keberlanjutan yang Diterapkan pada SDGs .....	19
Gambar 7. Kurva Kuznet .....	22
Gambar 8. Environmetnal Kuznets Curve .....	26
Gambar 9. Hubungan ketimpangan pendapatan, pertumbuhan ekonomi, dan emisi Co2 .....	28
Gambar 10. Hubungan antara penduduk, pertumbuhan ekonomi, SDA dan lingkungan .....	30
Gambar 11. Kerangka Berpikir .....	35
Gambar 12. Perkembangan Emisi CO2 di Indonesia Tahun 1990-2021 .....	49
Gambar 13 Perkembangan PDB per kapita di Indonesia Tahun 1990-2021 ...	50
Gambar 14 Perkembangan Gini Rasio di Indonesia .....	51
Gambar 15 Perkembangan Jumlah Penduduk di Indonesia Tahun 1990-2021	51
Gambar 16 Hasil Uji Normalitas .....	61
Gambar 17. Proyeksi Kurva EKC Jangka Pendek .....	73
Gambar 18 Proyeksi Kurva EKC Jangka Panjang.....	73

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pembangunan ekonomi merupakan topik yang sering diangkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi yang semakin pesat. Pembangunan yaitu proses menyeluruh dan dilakukan secara sadar oleh manusia untuk mengubah taraf hidup menjadi lebih baik. Pernyataan tersebut didukung oleh pendapat Firmansyah (2021) yang menyatakan bahwa pembangunan ekonomi merupakan perpaduan antara perubahan struktur dan pertumbuhan ekonomi untuk menuju kondisi yang lebih baik, sehingga memperhatikan aspek sosial dan ekonomi dalam masyarakat. Secara ringkas pembangunan ekonomi bertujuan untuk pemerataan kesejahteraan masyarakat. Namun, terdapat *trade off* antara pertumbuhan dan pemerataan dalam konsep pembangunan di negara berkembang (Lestari *et al.*, 2021).

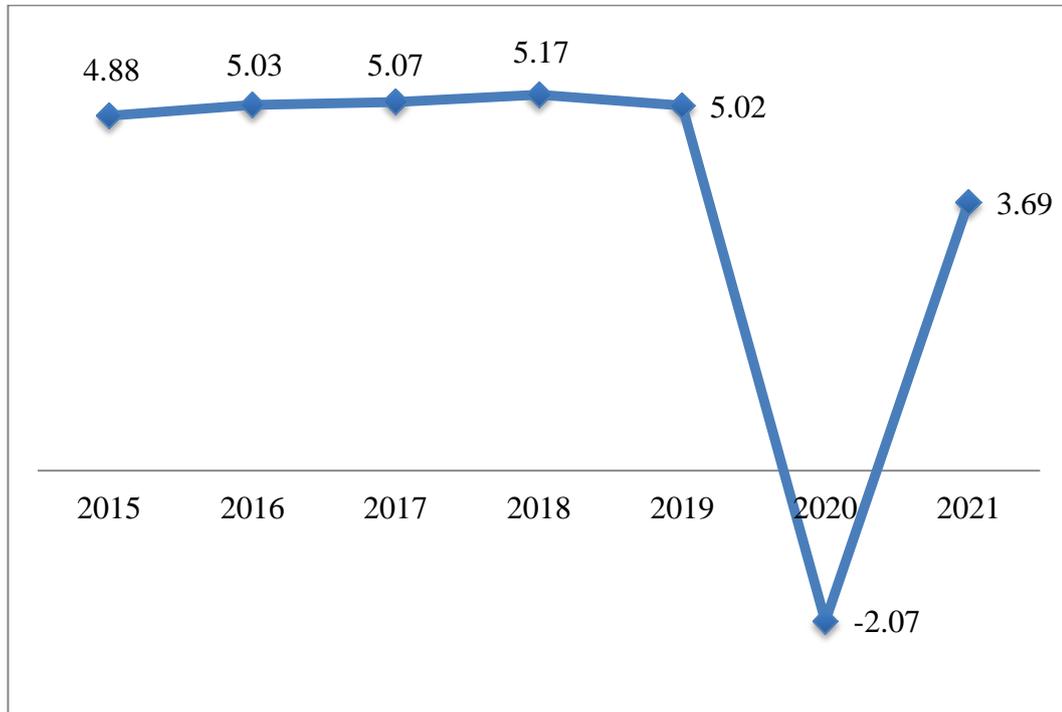
Pembangunan bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan, sehingga harus didasarkan pada konsep pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*) yaitu pembangunan untuk pemenuhan kebutuhan sekarang tanpa mengorbankan kebutuhan untuk masa depan (Makmun, 2011). Muhammad (2021) menyatakan bahwa konsep pembangunan berkelanjutan terjadi apabila pembangunan ekonomi dirasakan secara terus-menerus dan berkelanjutan untuk generasi masa depan tanpa menaikkan tingkat degradasi lingkungan. Pembangunan berkelanjutan sebagai paradigma pembangunan yang visioner menekankan transformasi positif yang berhubungan dengan faktor-faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan (Mensah, 2019). Lebih lanjut Cahyani (2020) menyatakan bahwa pembangunan berkelanjutan bertumpu pada faktor kondisi sumber daya alam, faktor kependudukan, dan faktor kualitas lingkungan.

Pembangunan ekonomi berkaitan erat dengan pertumbuhan ekonomi. Pembangunan ekonomi akan menaikkan pertumbuhan ekonomi, sebaliknya pertumbuhan ekonomi dapat mendorong proses pembangunan. Tingkat pertumbuhan ekonomi yang semakin tinggi di suatu wilayah menandakan bahwa pembangunan ekonomi semakin baik (Oktavia *et al.*, 2021). Pembangunan dan pertumbuhan ekonomi menjadi agenda analisis ekonomi yang berperan dalam meningkatkan kesejahteraan (Firmansyah, 2021). Menurut Puspita, Militina and Effendi (2020) tujuan pembangunan yaitu untuk mendorong pertumbuhan ekonomi melalui peningkatan pengembangan infrastruktur, investasi, dan ketersediaan dana pembangunan sehingga berkontribusi terhadap penciptaan lapangan kerja serta mengurangi pengangguran dan kemiskinan. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa pembangunan dan pertumbuhan ekonomi menjadi salah satu parameter kesejahteraan masyarakat pada suatu wilayah.

Pertumbuhan ekonomi menggambarkan perkembangan kondisi ekonomi pada tahun tertentu jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Indikator untuk melihat pertumbuhan ekonomi yaitu Produk Domestik Bruto (PDB) atau pada tingkat provinsi disebut dengan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). PDB menjadi tolak ukur kinerja ekonomi dan pertumbuhan ekonomi dalam jangka panjang. Menurut Sukirno (2004) pertumbuhan ekonomi merupakan tambahan output yang meningkat lebih tinggi dibandingkan tahun sebelumnya atau kenaikan PDRB riil disuatu wilayah. Selain itu, Grishin, Ustyuzhanina and Pavlovna Komarova (2019) juga menyatakan bahwa PDB menjadi indikator utama yang mencirikan pertumbuhan ekonomi. PDB sendiri mencerminkan nilai barang dan jasa akhir yang dihasilkan oleh suatu negara pada jangka waktu tertentu. Artinya, PDB merupakan hasil dari kegiatan ekonomi nasional.

Selama beberapa tahun terakhir, pertumbuhan ekonomi Indonesia terus tumbuh positif. Tren positif tersebut dibuktikan dengan data pertumbuhan ekonomi yang terus meningkat. Berdasarkan data yang dipublikasikan oleh BPS, Indonesia mengalami pertumbuhan ekonomi sebesar 4,88% pada tahun 2014. Pertumbuhan ekonomi tersebut terus meningkat, yaitu tumbuh sebesar 5,03% pada tahun 2016, tumbuh 5,07% pada tahun 2017, dan tumbuh 5,17% pada tahun 2018. Gambar 1.

menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi Indonesia pada tahun 2015-2021 cenderung meningkat. Meskipun sempat mengalami penurunan drastis pada tahun 2020, namun pemulihan ekonomi mampu meningkatkan pertumbuhan ekonomi secara drastis pada tahun 2021.



Sumber: Data BPS, Diolah

Gambar 1. Pertumbuhan Ekonomi Indonesia tahun 2015-2021 (Persen)

Secara tidak langsung pertumbuhan ekonomi mendorong kenaikan produksi sehingga kebutuhan masyarakat dapat dipenuhi (Muhammad, 2021). Pertumbuhan ekonomi merupakan penentu utama keberhasilan pembangunan suatu negara, namun di sisi yang lain menimbulkan masalah terhadap kualitas lingkungan hidup. Hal tersebut dikarenakan aktivitas ekonomi yang dilakukan sebagai upaya meningkatkan pertumbuhan ekonomi dapat berpengaruh terhadap degradasi lingkungan. Oleh karena itu, terdapat *tradeoff* antara pertumbuhan dan pelestarian lingkungan (Drews & Bergh, 2017).

Menurut Sukono *et al.* (2019) untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi perlu melakukan kegiatan ekonomi dan konsumsi energi yang menyebabkan pencemaran udara. Pernyataan tersebut memiliki arti bahwa PDB yang semakin

meningkat, akan menaikkan daya beli masyarakat yang selanjutnya dapat meningkatkan aktivitas penggunaan energi. Aktivitas ekonomi yang membutuhkan energi misalnya industri, permukiman, komersial, dan transportasi telah berkontribusi sebesar 60% terhadap emisi CO<sub>2</sub> (Nikensari *et al.*, 2019). Sehingga peningkatan PDB akan meningkatkan emisi CO<sub>2</sub>. Pertumbuhan ekonomi mendorong kenaikan produksi barang dan jasa untuk memenuhi keperluan masyarakat. Prasetyanto and Sari (2021) menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi yang cepat berdampak pada menipisnya sumberdaya alam yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Azwar (2019) juga menyatakan bahwa percepatan pembangunan ekonomi untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan pendapatan masyarakat dapat memicu peningkatan emisi CO<sub>2</sub>.

Peningkatan degradasi lingkungan yang sejalan dengan meningkatnya nilai PDB nasional dipicu oleh pertumbuhan industri dan aktivitas manufaktur yang semakin pesat. Sektor industri menjadi kontributor terbesar pada PDB nasional. Kontribusi sektor industri terhadap PDB pada tahun 2020 mencapai 19,8% juga melampaui rata-rata dunia yang sebesar 16,5% (Kemenperin, 2022). Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu menyatakan bahwa PDB berpengaruh secara positif signifikan pada emisi CO<sub>2</sub>. Berdasarkan penelitian dari Juliansyah, Zulham and Gunawan (2019) diperoleh hasil bahwa pertumbuhan ekonomi berkorelasi positif signifikan terhadap degradasi lingkungan. Artinya, peningkatan PDB sebagai upaya menaikkan pertumbuhan ekonomi akan meningkatkan degradasi lingkungan.

Degradasi lingkungan merupakan kondisi kualitas lingkungan yang menurun yang dipengaruhi oleh faktor alam maupun faktor manusia. Namun, faktor utama yang menyebabkan degradasi lingkungan yaitu aktivitas manusia seperti alih fungsi lahan, pembakaran bahan bakar fosil, kegiatan industri yang mengesampingkan kelestarian, pertambangan dan aktivitas lain yang dapat mencemari lingkungan. Aktivitas-aktivitas manusia tersebut menyebabkan unsur lingkungan tidak berjalan sesuai dengan fungsinya. Menurut Reswita, Mulyasari and Reflis (2021) degradasi lingkungan didorong oleh kebutuhan negara dalam meningkatkan

pembangunan dan pertumbuhan ekonomi serta memenuhi kebutuhan manusia. Oleh karena itu, aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan haruslah memperhatikan aspek keberlanjutan.

Degradasi lingkungan memiliki berbagai dampak bagi kehidupan. Salah satu dampak paling serius akibat degradasi lingkungan yaitu pemanasan global (*global warming*). Pemanasan global menjadi permasalahan lingkungan yang serius di tingkat dunia. Kondisi peningkatan suhu yang semakin panas, cuaca ekstrem, dan pergeseran musim merupakan tanda-tanda yang mengindikasikan pemanasan global. Pemanasan global diakibatkan oleh kenaikan Gas Rumah Kaca (GRK). GRK merupakan gas yang memerangkap energi sinar matahari ke dalam atmosfer bumi sehingga mengakibatkan efek rumah kaca. GRK terdiri dari Karbondioksida (CO<sub>2</sub>), Nitrogen Oksida (N<sub>2</sub>O), Metana (CH<sub>4</sub>), dan kategori gas lainnya yang mengandung fluor (HFC, PFC, dan SF<sub>6</sub>), kemudian gas-gas tersebut yang terlepas ke atmosfer mengakibatkan terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim yang ekstrim (Suriandjo, 2018).

IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) mengatakan bahwa aktivitas manusia diperkirakan telah menyebabkan 1,0°C kenaikan suhu global di atas tingkat pra industri (diperkirakan antara 0,8°C-1,2°C). Suhu global diproyeksikan akan menembus 1,5°C pada tahun 2030-2050. IPCC (2018) juga menyatakan bahwa suhu rata-rata permukaan bumi yang diamati selama tahun 2006-2015 adalah 0,87°C (antara 0,75°C-0,99°C) atau 6 kali lebih tinggi dibandingkan suhu rata-rata permukaan bumi pada tahun 1850-1900. Selain itu, data dari OECD (2008) juga menyatakan bahwa emisi GRK diproyeksikan akan tumbuh sebesar 52% pada tahun 2050 jika tidak ada kebijakan lebih lanjut dalam mengatasi perubahan iklim. OECD (2008) juga menyatakan bahwa emisi GRK dapat mengakibatkan peningkatan suhu global sebesar 1,7°C-2,5°C dibandingkan dengan tingkan pra industri.

Tabel 1. Emisi GRK Nasional Tahun 2000-2019

Tahun	Energi	IPPU	Pertanian	FOLU	<i>Peat Fire</i>	Limbah	Total
	(Gg CO <sub>2</sub> e)						
2000	317.609	42.883	99.314	500.019	161.571	64.832	1.186.228
2001	341.919	48.269	97.124	-144.329	50.885	67.602	461.470
2002	349.485	41.688	98.381	-119.030	301.753	70.063	742.340
2003	378.050	41.402	99.652	-130.833	132.075	73.061	593.407
2004	380.434	43.146	102.083	17.062	232.018	75.225	849.968
2005	376.988	42.296	103.227	33.119	258.887	77.216	891.733
2006	386.100	38.641	103.517	53.411	510.710	82.578	1.174.957
2007	402.989	35.919	105.991	161.799	62.747	83.933	853.378
2008	391.784	36.499	99.949	157.343	81.744	85.023	852.342
2009	405.653	37.546	105.087	259.880	299.920	89.326	1.197.412
2010	453.235	36.033	108.318	73.343	51.383	87.670	809.982
2011	507.357	35.910	107.520	122.414	189.026	91.852	1.054.079
2012	540.419	40.078	112.058	249.442	207.050	95.530	1.244.577
2013	496.030	39.164	112.882	377.747	205.076	100.514	1.331.413
2014	531.142	47.489	112.801	215.318	499.389	102.834	1.508.973
2015	536.306	49.297	117.160	742.843	822.736	106.061	2.374.403
2016	538.025	55.307	122.185	417.385	90.267	112.352	1.335.521
2017	562.244	55.395	127.503	476.005	12.512	120.191	1.353.850
2018	595.665	59.262	110.055	602.188	121.322	127.077	1.615.569
2019	638.808	60.175	108.598	468.425	456.427	134.119	1.866.552

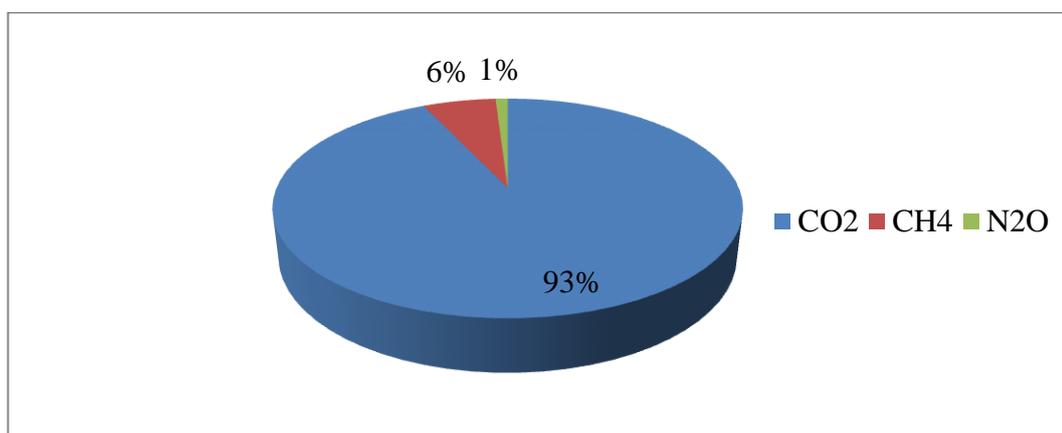
Sumber: (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021)

Tabel 1. menunjukkan Emisi GRK di Indonesia pada tahun 2000-2019. Pada tabel tersebut terlihat bahwa emisi GRK berdasarkan jenis sektor terdiri dari energi, IPPU, Pertanian, FOLU, *peat fire*, dan limbah. Emisi GRK sektor energi meliputi kegiatan pengadaan/penyediaan energi dan penggunaan energi yang terdiri dari eksplorasi dan eksploitasi sumber energi primer, konversi energi primer menjadi energi sekunder, dan kegiatan penyaluran atau distribusi energi. Emisi GRK pada sektor IPPU (*Industrial Processes and Produk Use*) atau proses Industri dan Penggunaan Produk terutama menghasilkan jenis emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari industri mineral, kimia, logam, penggunaan produk bahan bakar non energi dan pelarut, serta elektronik. Emisi GRK pada sektor pertanian mengacu pada IPCC *guidelines* 2006 terdiri dari dua sumber emisi terbesar yaitu dari kegiatan peternakan dan emisi dari sumber agregat serta sumber emisi non CO<sub>2</sub> pada lahan. Emisi GRK dari sektor FOLU (*forest and other land use*)/sektor kehutanan dan penggunaan lahan lainnya terdiri dari jenis emisi CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan N<sub>2</sub>O. Emisi GRK sektor *peat fire* (kebakaran gambut) menjadi sumber emisi utama pada sektor kehutanan dan penggunaan lahan lainnya pada tahun 2019. Emisi GRK sektor limbah diklasifikasikan dalam empat kategori yaitu a) pengelolaan limbah padat domestik di TPA, pengelolaan biologi atau komposting, pembakaran terbuka, dan insinerasi, b) pengelolaan limbah cair domestik, c) pengelolaan limbah cair di industri, d) pengelolaan limbah industri.

Tingkat Emisi GRK di Indonesia tahun 2019 adalah 1.866.552 Gg CO<sub>2</sub>e, meningkat sebesar 680.324 Gg CO<sub>2</sub>e dibandingkan tahun 2000 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021). Tabel tersebut juga menunjukkan bahwa sektor yang menjadi kontributor terbesar terhadap emisi GRK di Indonesia yaitu sektor energi. Oleh karena itu, penelitian ini fokus pada emisi GRK pada sektor energi. Sektor energi menyumbang emisi energi sebesar 638.808 Gg CO<sub>2</sub>e (34%) di tahun 2019 (terjadi peningkatan sebesar 7,13% jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya), kemudian diikuti sektor limbah (7%), pertanian (6%), dan IPPU (3%).

Sektor energi memiliki kontribusi yang dominan terhadap emisi GRK nasional. Emisi pada sektor energi yang terus meningkat setiap tahun sesuai dengan

peningkatan penggunaan dan kebutuhan energi. Energi yang digunakan untuk industri (diantaranya bahan bakar pada pembangkit listrik, kilang minyak, dan proses batu bara) menjadi kontributor tertinggi pada sektor energi, kemudian diikuti oleh bahan bakar yang digunakan untuk transportasi dan penggunaan energi pada manufaktur. Berdasarkan pedoman IPCC GL 2006 GRK gas pada sektor energi terdiri dari CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan N<sub>2</sub>O. Data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2021) mengatakan bahwa 93% dari total emisi GRK sektor energi berasal dari emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), diikuti CH<sub>4</sub> (6%), dan N<sub>2</sub>O (1%).



Sumber: (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021)

Gambar 2. Tingkat emisi GRK sektor energi berdasarkan jenis gas

Emisi GRK yang terus naik menjadi problematika yang besar bagi negara dan seluruh masyarakat. Emisi GRK yang terus meningkat dapat mengancam kehidupan manusia. Lean and Smyth (2010) menyatakan bahwa 2.000 dari 17.000 pulau di Indonesia diperkirakan tenggelam pada tahun 2030 apabila tren pemanasan global tidak dihentikan. Sehingga, Pemerintah Indonesia berupaya menurunkan emisi GRK untuk menjaga kualitas lingkungan hidup. Berdasarkan target pada *Nationally Determined Contribution*, Indonesia berupaya untuk menurunkan emisi GRK sebanyak 29% pada tahun 2030 atau 834 juta ton CO<sub>2</sub>e pada seluruh sektor, dimana sektor energi mendapatkan proporsi penurunan sebanyak 314 juta ton CO<sub>2</sub>e (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2020). Data pada Tabel 2 menunjukkan 10 negara sebagai penyumbang emisi

CO2 terbesar di Dunia. Pada tabel tersebut terlihat bahwa Indonesia menempati peringkat ke 10 sebagai penyumbang emisi CO2 pada tahun 2020.

Tabel 2. Negara dengan Total Emisi Terbesar di Dunia, 2020

No.	Negara	Total Emisi CO2 (Mt)
1	China	11.680,42
2	United States	4.535,30
3	India	2.411,73
4	Russia	1.674,23
5	Japan	1.061,77
6	Iran	690,24
7	Germany	636,88
8	Korea Selatan	621,47
9	Saudi Arabia	588,81
10	Indonesia	568,27

Sumber: (*World Population Review*, 2022)

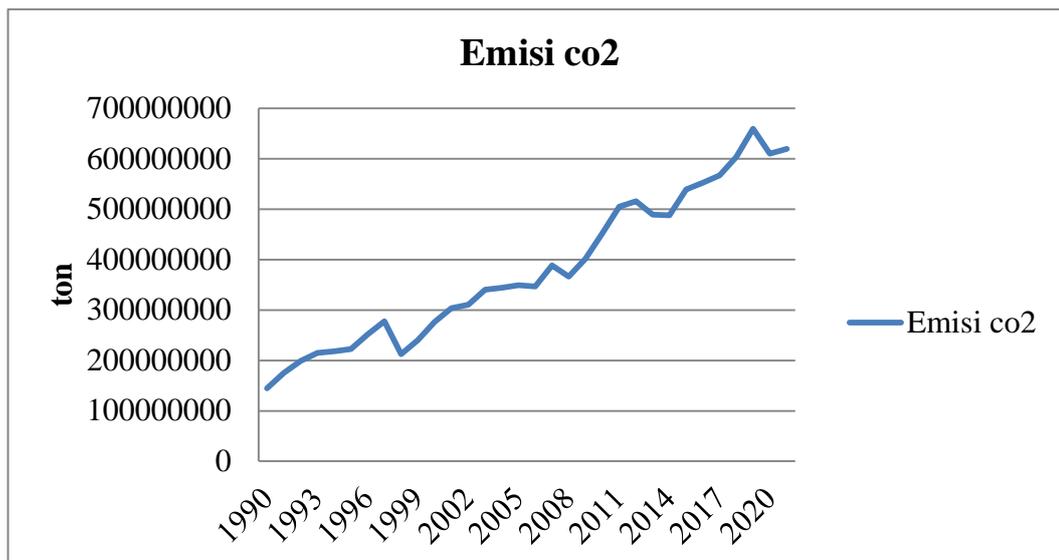
Emisi CO2 di Indonesia mengalami peningkatan secara menerus dari tahun ke tahun. Berdasarkan data dari Tabel 3. memperlihatkan bahwa emisi CO2 di Indonesia pada tahun 2017 yaitu sebesar 567.254.800 ton, kemudian meningkat menjadi 603.657.100 ton di tahun 2018, dan naik lagi di tahun 2019 menjadi 659.435.700 ton. Meskipun pada tahun 2020 mengalami penurunan emisi CO2, namun emisi CO2 mengalami peningkatan kembali yaitu naik dari 609.786.100 ton di tahun 2020 menjadi 619.277.500 ton pada tahun 2021. Penurunan emisi CO2 pada tahun 2020 sejalan dengan penurunan angka PDB di Indonesia yang disebabkan oleh pandemi.

Tabel 3. Emisi CO2 di Indonesia (ton)

Tahun	Emisi CO2
2017	567.254.800
2018	603.657.100
2019	659.435.700
2020	609.786.100
2021	619.277.500

Sumber: *Our World in Data*

Grafik pada Gambar 4. menggambarkan emisi CO2 Indonesia pada tahun 1990-2020. Grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai emisi CO2 di Indonesia berfluktuasi namun memiliki tren yang naik. Hal tersebut menunjukkan selama periode tahun 1990-2020 emisi CO2 di Indonesia terus mengalami peningkatan



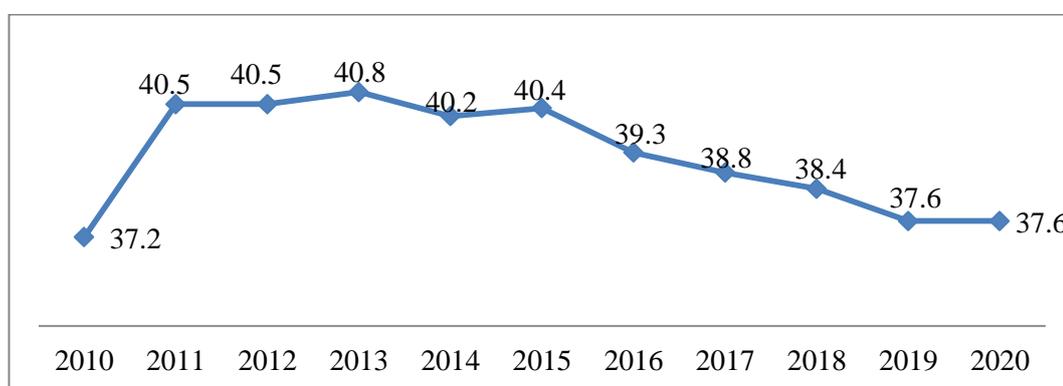
Sumber: *Our World in Data*, Diolah

Gambar 3. Emisi CO2

Pertumbuhan ekonomi Indonesia yang terus meningkat, namun dibarengi dengan peningkatan emisi CO2 menandakan bahwa pembangunan keberlanjutan belum tercapai. Pada dasarnya keberhasilan pembangunan ekonomi diukur dengan pertumbuhan ekonomi dan berkurangnya ketimpangan pendapatan (Amri, 2017). Peningkatan pertumbuhan ekonomi secara terus-menerus tanpa adanya perubahan dan perbaikan pembangunan ekonomi dapat menyebabkan masalah ketimpangan dalam kehidupan sosial dan ekonomi di masyarakat (Firmansyah, 2021). Kenyataannya pertumbuhan ekonomi yang terus meningkat tidak menjamin dapat mengurangi tingkat ketimpangan pendapatan di suatu negara. Ketimpangan pendapatan terjadi karena adanya gap persebaran pendapatan per kapita diantara kelompok masyarakat. Berdasarkan survei yang dilakukan oleh *International NGO Forum of Indonesia* (INFID) melaporkan bahwa 1% orang terkaya di Indonesia menguasai 49,3% kekayaan nasional, bahkan 10% orang terkaya menguasai 75,7% kekayaan nasional (Mawardi, 2018). Hal tersebut menandakan bahwa ketimpangan pendapatan di Indonesia masih sangat mengkhawatirkan.

Ketimpangan pendapatan diukur dengan menggunakan gini ratio. Berdasarkan data yang dipublikasikan oleh *world bank*, gini ratio Indonesia dari tahun 2010-2020 cenderung berfluktuasi, namun angkanya melebihi 35 yang menandakan

bahwa ketimpangan berada pada kategori moderat. Pada rentang waktu 2010-2020 ketimpangan tertinggi terjadi pada tahun 2013 dengan angka gini ratio sebesar 40,8. Gambar 6 menunjukkan perkembangan gini ratio Indonesia pada tahun 2010-2020. Meskipun perkembangannya cenderung menurun, namun angka gini ratio masih mengindikasikan bahwa distribusi pendapatan belum merata. Pertumbuhan ekonomi yang tinggi di Indonesia diikuti oleh distribusi pendapatan yang tidak merata menimbulkan masalah ketimpangan pendapatan, dimana degradasi lingkungan merupakan salah satu dampak dari adanya ketimpangan pendapatan (Prasetyanto & Sari, 2021).



Sumber: *World Bank*

Gambar 4. Perkembangan Gini Rasio Tahun 2010-2020

Ketimpangan pendapatan dan kemiskinan merupakan faktor utama terjadinya pencemaran lingkungan, khususnya di negara berkembang (Gulzar *et al.*, 2020). Di negara berkembang, fokus utama pembangunan ekonomi masih didasarkan pada peningkatan pertumbuhan ekonomi saja, sehingga mengesampingkan aspek kelestarian lingkungan. Adanya target pertumbuhan ekonomi yang tinggi menyebabkan eksploitasi sumberdaya alam dan penggunaan energi yang tinggi, sehingga berpengaruh terhadap kelestarian lingkungan. Ketimpangan pendapatan berpengaruh terhadap kesadaran masyarakat terhadap lingkungan. Di negara berkembang, masyarakat yang berpendapatan rendah melakukan eksploitasi sumberdaya alam yang terus menerus demi bertahan hidup tanpa mempertimbangkan keberlanjutannya (Ridena, 2020).

Boyce (1994) memperkenalkan hipotesis ekonomi bahwa ketidaksetaraan menyebabkan degradasi lingkungan melalui pilihan politik. Hal ini terkait dengan

kemampuan orang kaya untuk merusak dan mencemari lingkungan demi mengejar keuntungan tanpa memperhatikan kelestariannya (Kusumawardani & Dewi, 2020). Ketimpangan pendapatan menyebabkan ketidakstabilan politik yang menyebabkan orang kaya mendukung kebijakan yang mengeksploitasi sumber daya alam lokal secara berlebihan dan mengekspornya ke luar negeri. Sementara orang miskin ditolak sumber daya vitalnya sehingga terpaksa melakukan eksploitasi sumber daya alam yang tidak berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhannya. Masyarakat yang berpenghasilan tinggi mendapatkan manfaat yang lebih banyak dari adanya degradasi lingkungan, sementara eksternalitas negatifnya diterima oleh rumah tangga yang lebih miskin (Andersson, 2022). Suatu negara dengan ketimpangan pendapatan yang tinggi menyebabkan penggunaan sumber daya alam secara sembarangan oleh orang kaya (Ghazouani & Beldi, 2022). Orang kaya memiliki kekuasaan yang kuat dalam pengambilan keputusan nasional yang selaras dengan kebijakan yang merusak lingkungan. Sehingga keputusan lingkungan didominasi oleh orang kaya dan menyebabkan pencemaran lingkungan.

Menurut Magnani (2000) dalam masyarakat yang tidak adil perhatian internal pemerintah difokuskan pada kebijakan pertumbuhan ekonomi dibandingkan kebijakan lingkungan. Ketimpangan pendapatan menyebabkan pemerintah berfokus pada pembangunan ekonomi tanpa memperhatikan aspek lingkungan. Upaya pertumbuhan ekonomi mengakibatkan penggunaan sumber daya dan energi yang terus meningkat. Hal tersebut menyebabkan terjadinya emisi CO<sub>2</sub>. Selain itu, ketimpangan pendapatan juga memicu pertumbuhan ekonomi melalui konsumsi yang lebih tinggi oleh kelompok yang lebih kaya. Meningkatnya konsumsi disebabkan oleh efek veblen yang menunjukkan bahwa produk digunakan bukan berdasarkan utilitas fungsionalnya namun untuk menunjukkan status sosial, yang artinya orang kaya mengkonsumsi barang mewah untuk menunjukkan kekayaannya. Konsumsi yang lebih tinggi dapat mendorong produksi barang dan jasa, sehingga meningkatkan penggunaan sumber daya dan energi yang pada gilirannya meningkatkan emisi CO<sub>2</sub> (Borghesi, 2005)

Hubungan antara ketimpangan pendapatan dan emisi CO<sub>2</sub> masih menjadi perdebatan di kalangan akademisi. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, terdapat korelasi positif antara ketimpangan pendapatan dan emisi CO<sub>2</sub>. Penelitian dari Andersson (2022) menyatakan bahwa terdapat korelasi positif antara ketimpangan pendapatan dengan emisi CO<sub>2</sub> di Amerika Serikat tahun 1929-2019, namun korelasinya lemah. Penelitian dari Ali (2022) juga menyatakan bahwa ketimpangan pendapatan di Mesir merugikan lingkungan dalam jangka panjang, meskipun tidak ada hubungan yang signifikan dalam jangka pendek. Selain itu, penelitian Hao *et al.* (2016) juga menyatakan bahwa terdapat korelasi positif antara ketimpangan pendapatan dengan emisi CO<sub>2</sub> dari 23 provinsi di China pada periode 1995-2012.

Di sisi lain, Scruggs (1998) beranggapan bahwa ketimpangan pendapatan menguntungkan bagi lingkungan. Pernyataan tersebut sesuai dengan penelitian dari Kusumawardani and Dewi (2020) mengenai pengaruh ketimpangan pendapatan terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia yang diperoleh hasil bahwa terdapat korelasi yang negatif antara ketimpangan pendapatan dan emisi CO<sub>2</sub> dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Ravallion *et al.* (2000) juga mengatakan bahwa ketimpangan yang lebih tinggi mengurangi emisi CO<sub>2</sub>.

Pendekatan utama yang digunakan untuk menilai determinan ketimpangan melibatkan beberapa versi hipotesis Kuznet. Estimasi empiris hubungan nonlinier menjadi indikator ketimpangan, seperti gini rasio, tingkat pendapatan, dan tingkat pendapatan per kapita adalah fokus dari banyak penelitian (Das & Basu, 2022). Hubungan antara pertumbuhan, ketimpangan, dan lingkungan telah banyak dibahas oleh berbagai penelitian sebelumnya. Terdapat dua aliran penelitian mengenai pertumbuhan, ketimpangan, dan lingkungan. Pertama, Hubungan antara PDB dan kualitas lingkungan dapat menggunakan *Environmental Kuznet Curve* (EKC). EKC menunjukkan adanya hubungan seperti huruf U terbalik antara pendapatan dan CO<sub>2</sub>, tetapi pada titik tertentu (titik balik) peningkatan PDB justru akan menurunkan emisi CO<sub>2</sub> (Grossman & Krueger, 1991). Kedua, hubungan antara ketimpangan pendapatan dan kualitas lingkungan menggunakan

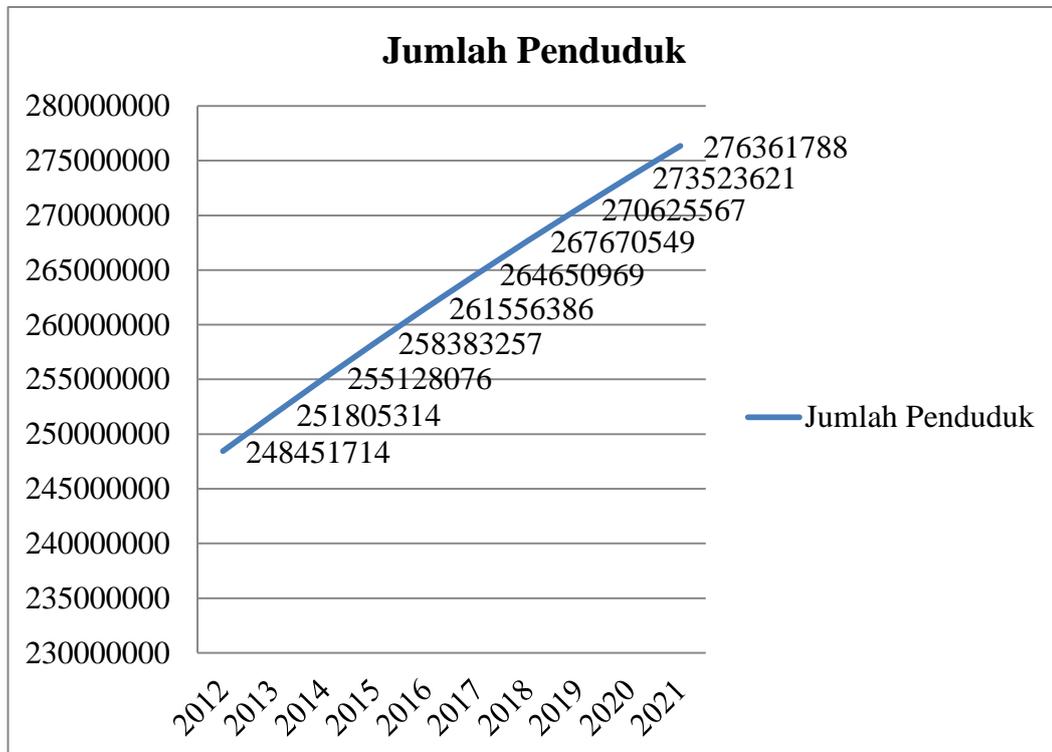
pendekatan EKC dengan mengendalikan ketimpangan pendapatan menggunakan indeks gini (Belaïd *et al.*, 2020).

Beberapa ahli berpendapat bahwa PDB saja belum cukup menerangkan degradasi lingkungan, sehingga variabel penjelas lainnya perlu dimasukkan ke dalam model EKC untuk meningkatkan kekuatan penjelasnya dan menghindari kekhawatiran variabel yang dihilangkan seperti kepadatan penduduk dan ketimpangan pendapatan (Belaïd *et al.*, 2020). Hal ini dikarenakan kepadatan penduduk dan ketimpangan pendapatan memiliki pengaruh terhadap degradasi lingkungan. Konsep hipotesis EKC dan kemungkinan penyebabnya seperti ketimpangan pendapatan, preferensi konsumen, kemajuan teknologi, perdagangan nasional, dan pemerintah (Kaika & Zervas, 2013).

Masih terdapat perbedaan dan perdebatan mengenai eksistensi hipotesis EKC di Indonesia. Penelitian dari Muhammad Fajar & Hariyanto (2021) menyatakan bahwa hipotesis EKC eksis di Indonesia. Pada penelitian tersebut diperoleh *turning point* yaitu Rp 30,701,754.4 yang berarti apabila PDB nominal mencapai *turning point*, maka emisi CO<sub>2</sub> per kapita akan mencapai maksimum. Kemudian emisi CO<sub>2</sub> per kapita akan turun seiring dengan peningkatan PDB per kapita. Pada periode tahun 2010-2012 Indonesia juga berhasil menurunkan emisi CO<sub>2</sub> ketika PDB per kapita naik (Nikensari *et al.*, 2019). Saat ini struktur perekonomian Indonesia didominasi oleh sektor Industri dengan kontribusi lebih dari 19%. Namun, di Pulau Jawa struktur perekonomian sudah menuju ke tahap post-industrial pada kurva EKC (Handayani, 2019). Di sisi lain, penelitian dari Azwar (2019) menyatakan bahwa hipotesis EKC tidak berlaku di Indonesia. Oleh karena itu, salah satu tujuan dari penelitian ini yaitu membuktikan eksistensi hipotesis EKC di Indonesia.

Beberapa tahun terakhir ini, jumlah penduduk di Indonesia terus mengalami kenaikan. Grafik pada Gambar 7. menunjukkan bahwa jumlah penduduk di Indonesia memiliki tren yang terus meningkat dari tahun 2012-2021. Pada tahun 2021 jumlah penduduk di Indonesia naik sebesar 1,02% dibandingkan tahun 2020, yaitu naik dari 273.523.621 jiwa pada tahun 2020 menjadi 276.361.788 jiwa pada tahun 2021. Sementara itu, jumlah penduduk di Indonesia naik sebesar 10,09%

pada tahun 2021 dibandingkan tahun 2012. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah penduduk di Indonesia terus naik secara drastis dari tahun ke tahun.



Sumber: World Bank, diolah

Gambar 5 Jumlah Penduduk di Indonesia (jiwa)

Adanya fenomena urbanisasi mengakibatkan distribusi penduduk menjadi tidak merata, kurangnya permukiman penduduk, dan luasnya wilayah kumuh yang menjadi pemicu utama penurunan kualitas lingkungan. Peningkatan jumlah penduduk yang cepat menyebabkan permasalahan serius terhadap keseimbangan sumber daya alam. Selain itu, peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan peningkatan konsumsi yang selanjutnya menuntut terjadinya eksploitasi sumber daya. Jumlah penduduk yang terus bertambah berdampak buruk terhadap SDA, karena memerlukan sumberdaya yang lebih besar dan dampak polusi lingkungan akibat pembangunan (Oktavia *et al.*, 2021). Jumlah penduduk yang bertambah pesat akan meningkatkan konsumsi masyarakat terhadap SDA dan pemanfaatan energi yang mengakibatkan terjadinya degradasi lingkungan. Penduduk yang terus bertambah akan meningkatkan penggunaan bahan bakar fosil, transportasi yang

terus meningkat, dan aktivitas industri yang bertambah untuk memenuhi permintaan masyarakat. Aktivitas-aktivitas tersebut menyebabkan terjadinya emisi CO<sub>2</sub>.

Penelitian terdahulu mengatakan bahwa jumlah penduduk berkorelasi positif terhadap degradasi lingkungan, ketika jumlah penduduk meningkat maka akan mengakibatkan kerusakan lingkungan. Sesuai dengan penelitian dari Juliansyah, Zulham and Gunawan (2019) mengenai pengaruh pertumbuhan ekonomi, penduduk, dan sektor industri terhadap kerusakan lingkungan di Indonesia yang memperoleh hasil bahwa jumlah penduduk memiliki pengaruh positif signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub>. Sementara itu, penelitian dari Perwithosuci *et al.* (2020) juga mengatakan bahwa ada hubungan yang positif signifikan antara penduduk dan emisi CO<sub>2</sub>.

Penelitian ini berfokus pada masalah pertumbuhan ekonomi yang terus meningkat di Indonesia, adanya ketimpangan pendapatan, dan jumlah penduduk terhadap Emisi CO<sub>2</sub> sebagai penyumbang terbesar GRK. Penelitian ini menghubungkan tiga aspek dalam pembangunan keberlanjutan yaitu ekonomi, sosial, dan lingkungan.

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Apakah hipotesis EKC berlaku di Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang?
2. Bagaimana pengaruh PDB per kapita terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang?
3. Bagaimana pengaruh ketimpangan pendapatan terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang?
4. Bagaimana pengaruh jumlah penduduk terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang?
5. Bagaimana pengaruh PDB per kapita, ketimpangan pendapatan, dan jumlah penduduk terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang?

### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis dan menguji keberadaan hipotesis EKC di Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang.
2. Menganalisis dan menguji pengaruh PDB per kapita terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang.
3. Menganalisis dan menguji pengaruh ketimpangan pendapatan terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang.
4. Menganalisis dan menguji pengaruh jumlah penduduk terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang.
5. Menganalisis dan menguji pengaruh PDB per kapita, ketimpangan pendapatan, dan jumlah penduduk terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang.

### **D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan bisa memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang terkait. Manfaat penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti  
Sebagai sarana mengaplikasikan ilmu dan pengetahuan yang telah dipelajari selama perkuliahan
2. Bagi pemerintah  
Menjadi bahan acuan pengambilan kebijakan dalam upaya menurunkan emisi GRK di Indonesia
3. Bagi akademisi  
Menjadi bahan referensi untuk penelitian berikutnya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Landasan Teori

#### 1. Pembangunan Berkelanjutan

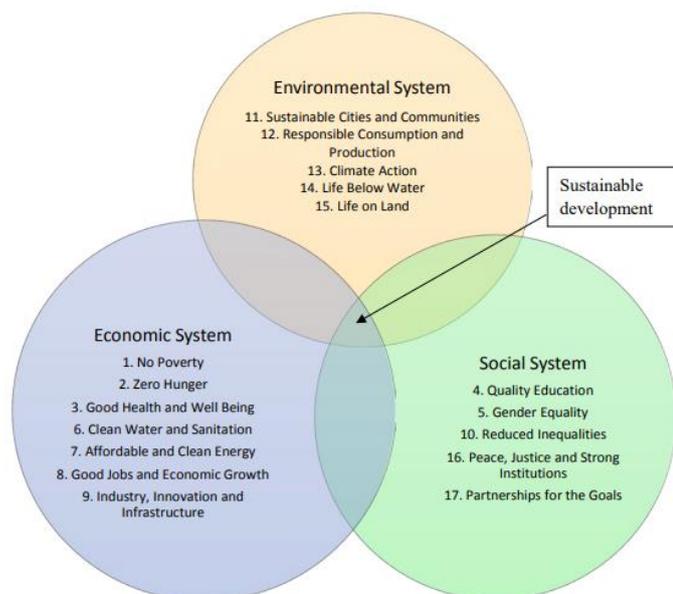
Konsep pembangunan berkelanjutan pada prinsipnya menyatakan bahwa pembangunan yang dilakukan harus dapat mempertahankan kualitas hidup untuk generasi saat ini dan generasi di masa yang akan datang. Pembangunan dilakukan untuk mencukupi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengurangi pemenuhan kebutuhan untuk generasi di masa depan. Pernyataan tersebut sesuai dengan pernyataan dari Verma (2019) bahwa pembangunan berkelanjutan yaitu pembangunan yang dilakukan untuk pemenuhan kebutuhan saat ini tanpa mengurangi pemenuhan kebutuhan generasi di masa depan. Konsep pembangunan berkelanjutan merupakan pembangunan dalam jangka panjang antar generasi yang berupaya mempersiapkan lingkungan sehat dan sumberdaya yang cukup untuk kehidupan (Hapsoro & Bangun, 2020).

Pembangunan berkelanjutan memiliki tiga pilar yang saling berkaitan yaitu keberlanjutan ekonomi, keberlanjutan sosial, dan keberlanjutan lingkungan. Keberlanjutan ekonomi dilakukan dengan mengawasi pertumbuhan ekonomi yang seimbang dengan menghemat sumberdaya dan energi. Keberlanjutan sosial dilakukan dengan memastikan adanya keadilan sosial dalam hal pelayanan dan distribusi kekayaan. Keberlanjutan lingkungan dilakukan dengan menjaga lingkungan melalui *zero emission*. Ketiga pilar tersebut harus berjalan secara seimbang agar tidak terperangkap dalam model pembangunan konvensional yang berfokus pada pertumbuhan ekonomi saja dan mengesampingkan perkembangan sosial serta lingkungan (Suparmoko, 2020). Pembangunan berkelanjutan harus

dipahami lebih komprehensif dengan melihat interaksi antara parameter antar dimensi ataupun masing-masing dimensi (Setianingias *et al.*, 2019).

Pembangunan berkelanjutan yang sebenarnya yaitu pemanfaatan sumberdaya alam yang optimal dengan tingkat *reusability* yang tinggi, limbah yang minimum, menghasilkan produk sampingan yang sedikit, dan produktivitas yang tinggi (Verma, 2019). Proses pembangunan berkelanjutan mengarah pada kualitas hidup yang lebih baik sekaligus mengurangi dampak negatif pada lingkungan. Pembangunan berkelanjutan dipandang sebagai pendekatan pembangunan dengan cara menjaga kekuatan sistem alam guna menyediakan sumber daya dan jasa ekosistem dimana ekonomi dan masyarakat bergantung (Mensah, 2019).

Pada tahun 2015 Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB), para pemimpin dunia mengadopsi agenda pembangunan berkelanjutan yang memuat 17 Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB)/*Sustainable Development Goals* (SDGs). SDGs menetapkan 169 target yang akan dicapai pada tahun 2030. SDGs memastikan integrasi dari 17 tujuan sangat penting untuk mencapai pembangunan berkelanjutan serta berkaitan dengan sistem ekonomi, sosial, dan lingkungan (Barbier & Burgess, 2017).



Sumber: (Barbier & Burgess, 2017)

Gambar 6. Pendekatan Keberlanjutan yang Diterapkan pada SDGs

## 2. Pertumbuhan Ekonomi

Kuznet mengatakan bahwa pertumbuhan ekonomi yaitu peningkatan kapabilitas pada jangka panjang dalam negara yang bersangkutan untuk mempersiapkan barang ekonomi pada penduduknya (Todaro, 2000). Peningkatan kapasitas tersebut berasal dari kemajuan teknologi, ideologi, dan institusional. Pertumbuhan ekonomi yaitu salah satu parameter esensial kesuksesan pembangunan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi juga dijelaskan sebagai peningkatan output per kapita pada jangka panjang serta menjadi indikator kesuksesan pembangunan (Affandi *et al.*, 2021). Pertumbuhan ekonomi menandakan bahwa kegiatan ekonomi seperti barang dan jasa di masyarakat meningkat. Pertumbuhan ekonomi menunjukkan adanya peningkatan produktivitas negara guna memproduksi barang serta jasa (Finanda & Toto, 2022). Pertumbuhan ekonomi difokuskan terhadap tiga aspek utama yakni jangka panjang, proses, serta output per kapita (Boediono, 2012). Pertumbuhan ekonomi disebut berkembang jika pendapatan per kapita meningkat dan dapat mengelola sumberdaya alam dengan baik (Palindangan & Bakar, 2021).

Todaro & Smith (2011) menyebutkan ada tiga komponen paling penting pada pertumbuhan ekonomi yakni:

1. Akumulasi modal yang meliputi seluruh investasi baru dalam lahan, peralatan fisik, serta sumber daya manusia lewat pengembangan pendidikan, keterampilan kerja, serta kesehatan.
2. Pertumbuhan penduduk yang meningkatkan pertumbuhan angkatan kerja.
3. Kemajuan teknologi dan juga cara-cara terbaru untuk menyelesaikan tugas.

Adam Smith menjelaskan ada dua aspek paling penting dari pertumbuhan ekonomi yakni adanya pertumbuhan output total serta pertumbuhan penduduk. Ada tiga elemen pokok pertumbuhan output dari sistem produksi yaitu sumberdaya alam, sumberdaya manusia, dan stok barang modal yang tersedia. Persediaan sumber daya menjadi wadah paling mendasar dalam kegiatan produksi di masyarakat.

Secara umum, pertumbuhan ekonomi diukur dengan memakai Produk Domestik Bruto (PDB) ataupun Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) di suatu wilayah. PDB diartikan sebagai kenaikan semua nilai barang serta jasa yang dihasilkan dari

suatu wilayah pada jangka waktu tertentu. PDB menjadi parameter utama untuk melihat keadaan perekonomian pada periode waktu tertentu di suatu wilayah karena menghitung nilai tambah serta nilai barang dan jasa akhir yang diproduksi oleh unit ekonomi pada suatu wilayah tertentu (Syari *et al.*, 2017).

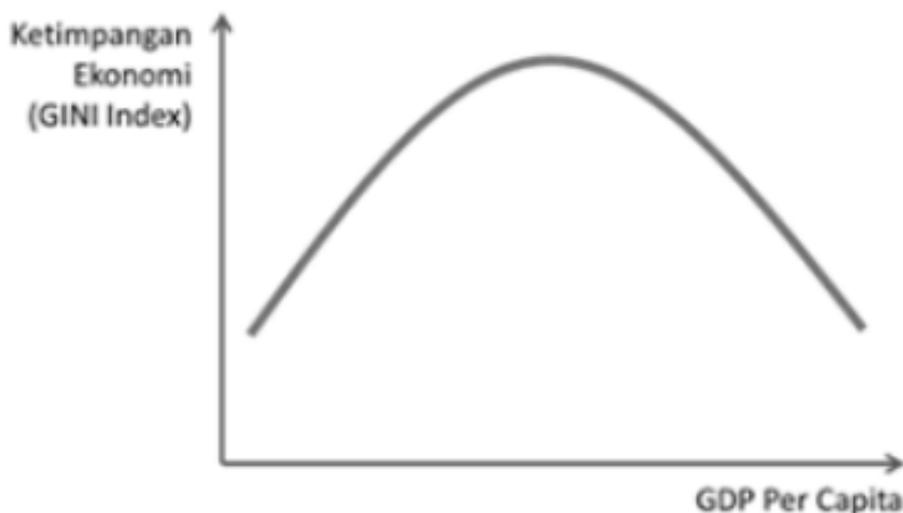
### **3. Ketimpangan Pendapatan**

Indikator kesuksesan pembangunan ekonomi dapat dilihat dari beberapa aspek, salah satunya berkurangnya ketimpangan pendapatan. Ketimpangan pendapatan merupakan suatu kondisi ketidakmerataan persebaran pendapatan yang diterima oleh masyarakat. Menurut Todaro & Smith (2011) ketimpangan pendapatan adalah distribusi pendapatan nasional yang tidak merata diantara berbagai rumah tangga dalam negara. Semakin tinggi ketimpangan pendapatan mengindikasikan bahwa distribusi pendapatan masyarakat semakin tidak merata (Khoirudin & Musta'in, 2020). Kondisi tersebut memperbesar kesenjangan (gap) di masyarakat yang mengakibatkan orang kaya menjadi semakin kaya dan yang miskin akan semakin miskin.

Ketimpangan pendapatan yang semakin tinggi menimbulkan berbagai masalah diantaranya permasalahan ekonomi, kecemburuan sosial, bahkan kriminalitas. Lebih lanjut Siswosoemarto (2012) menyatakan bahwa ketimpangan pendapatan yang berakibat pada munculnya kecemburuan sosial, ketegangan, dan terus meningkatkan kesenjangan akan memicu masyarakat untuk melakukan tindak kriminal atau kekerasan. Oleh karena itu, masalah ketimpangan pendapatan perlu diatasi karena tidak hanya berdampak pada aspek ekonomi, namun dalam aspek sosial juga (Ardana, 2018).

Terdapat berbagai faktor yang menyebabkan tingginya ketimpangan pendapatan. Faktor-faktor tersebut diantaranya tingginya pertumbuhan penduduk, ketimpangan pembangunan antar wilayah, tingginya investasi pada proyek padat modal, kebijakan industri substitusi impor, ketimpangan pengembangan pendidikan dan keahlian tenaga kerja, memburuknya nilai tukar, peralihan struktur produksi di sektor pertanian ke sektor industri dan peralihan penduduk ke sektor perkotaan, serta ketimpangan pendapatan tenaga kerja (Badriah, 2019).

Teori ketimpangan pendapatan diawali dengan munculnya hipotesis U terbalik yang dikemukakan oleh Simon Kuznet. Teori Simon Kuznet (1995) menyatakan bahwa kurva U terbalik mempresentasikan kondisi distribusi pendapatan yang tidak merata ketika pembangunan ekonomi baru dimulai, namun setelah pembangunan ekonomi mencapai titik tertentu distribusi pendapatan akan semakin merata (Fauzia & Suseno, 2017). Gambar 8 merupakan bentuk kurva Kuznet yang menunjukkan hubungan antara ketimpangan pendapatan (rasio gini) dengan GDP per kapita. Kurva tersebut menggambarkan bahwa pada mulanya ketika pembangunan ekonomi dimulai akan menyebabkan ketimpangan pendapatan. Pada titik tertentu (*turning point*) pembangunan ekonomi akan menurunkan ketimpangan pendapatan.



Sumber: (Todaro & Smith, 2011)

Gambar 7. Kurva Kuznet

Metode yang sering digunakan untuk menghitung dan melihat seberapa besar angka ketimpangan pendapatan yaitu koefisien gini. Koefisien gini adalah ukuran ketimpangan agregat yang memenuhi empat parameter yakni anonimitas, independensi skala, independensi penduduk, dan transfer (Todaro & Smith, 2011). Koefisien gini juga sering disebut dengan gini rasio. Gini rasio didapatkan dengan menghitung luas daerah yang berada diantara garis diagonal dengan kurva lorens kemudian dibandingkan dengan luas total dari setengah bujur sangkar tempat kurva tersebut terletak (Arsyad, 2010).

#### 4. Penduduk

Penjelasan resmi dari Badan Pusat Statistik menyatakan bahwa penduduk yaitu seluruh orang yang bertempat tinggal atau berdomisili pada suatu wilayah selama enam bulan atau lebih dan orang yang bertempat tinggal kurang dari enam bulan tapi berniat untuk menetap. Penduduk juga diartikan sebagai warga yang menetap disuatu wilayah geografis dan keberadaannya diakui melalui adanya bukti seperti kartu identitas. Sementara itu, menurut Rusli (2012) penduduk yakni total orang yang tinggal pada waktu dan wilayah tertentu dari hasil proses demografi yaitu fertilitas, migrasi, dan mortalitas.

Penduduk menjadi faktor penting untuk pembangunan di suatu wilayah (Kurniawati & Sugiyanto, 2021). Penduduk menjadi komponen yang penting pada kegiatan ekonomi (seperti tenaga kerja atau tenaga ahli) sehingga menjadi faktor penentu pembangunan. Menurut Dwi (2021) pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat dapat memicu pertumbuhan ekonomi, karena penambahan penduduk dapat memperluas pasar. Namun, pertumbuhan penduduk yang cepat mengakibatkan tekanan yang besar pada sumber daya alam seperti kebutuhan pangan, air bersih, dan pemukiman (Akhirul *et al.*, 2020).

Teori kependudukan dikembangkan pertama kali oleh Thomas Robert Malthus. Malthus mengembangkan teori tentang kependudukan yang komprehensif dan konsisten berkaitan dengan ekonomi (Subair, 2015). Menurut pandangan Malthus manusia hidup membutuhkan makanan, namun laju pertumbuhan penduduk jauh lebih cepat dibandingkan laju pertumbuhan pangan. Menurut Malthus pertumbuhan penduduk meningkat seperti deret ukur, sedangkan persediaan makanan meningkat berdasarkan deret hitung (Pieris, 2015). Jika diuraikan dengan angka, Malthus menggambarkan pertumbuhan penduduk: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 dan seterusnya, sementara pertumbuhan persediaan makanan: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan seterusnya (Subair, 2015). Menurut Malthus jika pertumbuhan penduduk tidak ditekan, maka manusia dapat menghadapi kelangkaan makanan, hal tersebut menjadi faktor kemiskinan manusia (Ruchmawati & Tuasela, 2017). Sehingga diperlukan kontrol atau pengawasan pertumbuhan penduduk melalui penundaan usia perkawinan atau membatasi jumlah anak (M. P. Todaro & Smith, 2006).

## 5. Degradasi Lingkungan

Lingkungan merupakan tempat makhluk hidup untuk bertahan dan menunjang kehidupannya. Menurut Undang-Undang Pengelolaan Lingkungan Hidup No.32 Tahun 2009 lingkungan hidup yaitu kesatuan ruang dengan semua benda, daya, dan keadaan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya yang dapat mempengaruhi alam ini, kelangsungan kehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya. Namun, proses untuk melakukan pembangunan yang memiliki tujuan untuk menaikkan tingkat kesejahteraan masyarakat menimbulkan dampak negatif berupa degradasi lingkungan hidup (Fasikha & Yuliadi, 2018).

Degradasi lingkungan atau kerusakan lingkungan merupakan kondisi kualitas lingkungan hidup yang menurun dan dapat merugikan kehidupan manusia (Santoso & Nurumudin, 2020). Degradasi lingkungan merupakan kondisi menurunnya fungsi-fungsi lingkungan yang tidak sesuai dengan sebagaimana mestinya. Degradasi lingkungan juga didefinisikan sebagai menurunnya daya dukung lingkungan akibat pemanfaatan sumber daya alam yang berlebihan.

Degradasi lingkungan mengakibatkan berbagai dampak buruk bagi kehidupan. Menurut Santoso & Nurumudin (2020) degradasi lingkungan menyebabkan berbagai kerugian dan kerusakan fisik, menimbulkan penyakit dan korban jiwa, perubahan iklim, bahkan kelaparan. Todaro & Smith (2006) juga menyebutkan bahwa degradasi lingkungan menjadi faktor yang dapat menurunkan laju pembangunan ekonomi karena negara menanggung biaya yang tinggi akibat menurunnya produktivitas sumber daya alam. Kerugian yang disebabkan oleh degradasi lingkungan terlihat dari berbagai indikator diantaranya yaitu pencemaran air, udara, tanah, maupun suara (Fasikha & Yuliadi, 2018).

Degradasi lingkungan diakibatkan oleh dua faktor utama yakni faktor alam dan faktor manusia. Degradasi lingkungan disebabkan oleh faktor alam terjadi akibat adanya bencana alam seperti banjir, gempa bumi, tsunami, dan gunung meletus. Degradasi lingkungan yang disebabkan oleh faktor manusia terjadi akibat aktivitas ekonomi seperti produksi dan konsumsi yang menimbulkan limbah serta pemanfaatan SDA yang tidak memperhatikan aspek kelestarian.

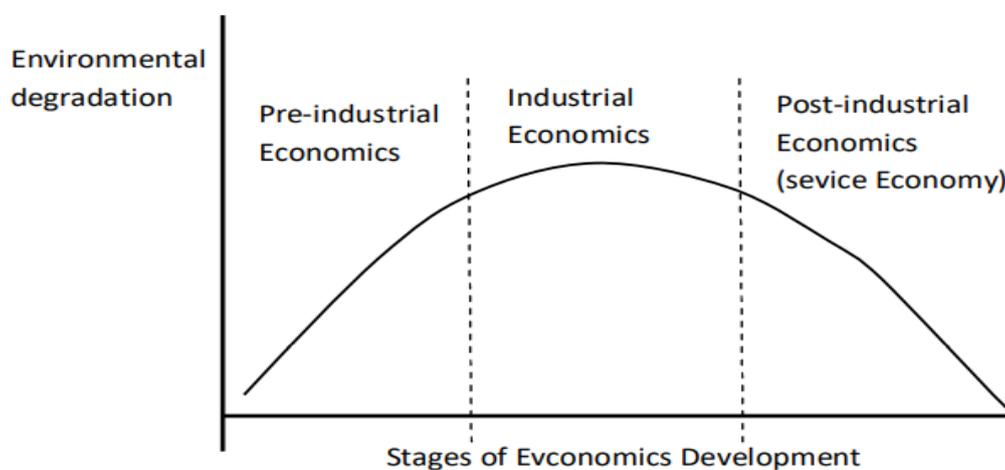
Degradasi lingkungan ditandai dengan suhu bumi yang semakin meningkat atau disebut dengan pemanasan global (Kurniarahma *et al.*, 2018). Pemanasan global adalah peristiwa tidak seimbang antara radiasi matahari yang masuk dan keluar bumi sehingga terjadi peningkatan suhu rata-rata atmosfer, bumi, dan daratan secara berlebihan (Sutahaji *et al.*, 2015). Peningkatan tersebut diakibatkan oleh konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) yang tinggi di atmosfer. Komponen utama Gas Rumah Kaca (GRK) yaitu emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>).

Emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan salah satu jenis emisi GRK yang menjadi faktor utama pemanasan global. Penumpukan emisi CO<sub>2</sub> diakibatkan oleh pembakaran bahan bakar fosil secara berlebih dan dikonversi secara cepat menjadi CO<sub>2</sub> yang terlepas ke atmosfer. Emisi CO<sub>2</sub> erat kaitannya dengan aktivitas manusia (*anthropogenic activities*), di mana terdapat lima sektor yang menjadi penyumbang utama emisi CO<sub>2</sub> yakni penggunaan energi, proses industri dan penggunaan produk, PKPL (pertanian, kehutanan, serta penggunaan lahan), serta limbah (Labiba & Pradoto, 2018).

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

*Environmental Kuznet Curve* merupakan pengembangan dari teori Kuznet. EKC merupakan konsep yang menggambarkan korelasi pendapatan per kapita dengan ketimpangan pendapatan seperti bentuk U terbalik. Menurut teori EKC yang dikembangkan oleh Kuznet ada korelasi yang positif antara pertumbuhan ekonomi dan ketimpangan pendapatan, namun korelasi keduanya menjadi negatif dalam jangka panjang (Kuznets, 1995). Hipotesis tersebut memiliki arti bahwa peningkatan pendapatan nasional akan meningkatkan ketimpangan pendapatan dalam jangka pendek, namun peningkatan pendapatan nasional akan menurunkan ketimpangan pendapatan dalam jangka panjang (Muhammad Fajar & Hariyanto, 2021). Pemikiran tersebut menjadi dasar dengan analogi yang sama bahwa pertumbuhan ekonomi pada awal pembangunan dapat mengakibatkan degradasi lingkungan, namun setelah terjadi titik balik meningkatnya pertumbuhan ekonomi akan meningkatkan kebutuhan kualitas lingkungan yang lebih baik (Grossman & Krueger, 1991).

Teori EKC telah dikembangkan di berbagai studi lingkungan yang menggambarkan hubungan seperti huruf U terbalik antara pendapatan per kapita dan kualitas lingkungan (Cahyadin *et al.*, 2021). Menurut Mekhzoumi *et al.* (2022) *Environmental Kuznet Curve* merupakan hipotesis yang umum digunakan dalam literatur ekonomi lingkungan untuk mengkaji korelasi antara pendapatan dan degradasi lingkungan. Analogi hipotesis EKC menyatakan bahwa ketika ekonomi lepas landas yang diikuti dengan kenaikan pendapatan per kapita akan menurunkan kualitas lingkungan, namun ketika pendapatan per kapita telah mencapai titik balik kualitas lingkungan akan meningkat (Chng, 2019).



Sumber: (Panayotou, 1993)

Gambar 8. Environmetnal Kuznets Curve

*Environmental Kuznet Curve* dibagi menjadi tiga tahap seperti yang terlihat pada Gambar 8. Pada tahap pertama seperti yang diperlihatkan pada Gambar 8, pembangunan ekonomi akan meningkatkan degradasi lingkungan atau yang disebut dengan *pre-industrial economics*. Hal tersebut berkaitan dengan perilaku manusia serta kebutuhannya untuk memajukan taraf ekonomi tanpa memperdulikan keberlanjutan dan dampak yang ditimbulkan dalam jangka panjang (Noor & Saputra, 2020). Pergerakan industri kecil ke industri besar akan meningkatkan penggunaan sumber daya alam dan degradasi lingkungan. Tahap kedua disebut *industrial economics*. Pada tahap ini pembangunan ekonomi telah mencapai titik balik (*turning point*). Perekonomian bertransisi dari sektor industri ke sektor jasa atau disebut dengan tahap yang ketiga yaitu *post industrial economics (service economy)*. Pada tahap ini eksploitasi sumberdaya alam

menurun yang diikuti dengan peningkatan kesadaran masyarakat terhadap lingkungan, sehingga degradasi lingkungan juga akan menurun (Noor & Saputra, 2020).

### **7. Hubungan Produk Domestik Bruto terhadap Emisi CO<sub>2</sub>**

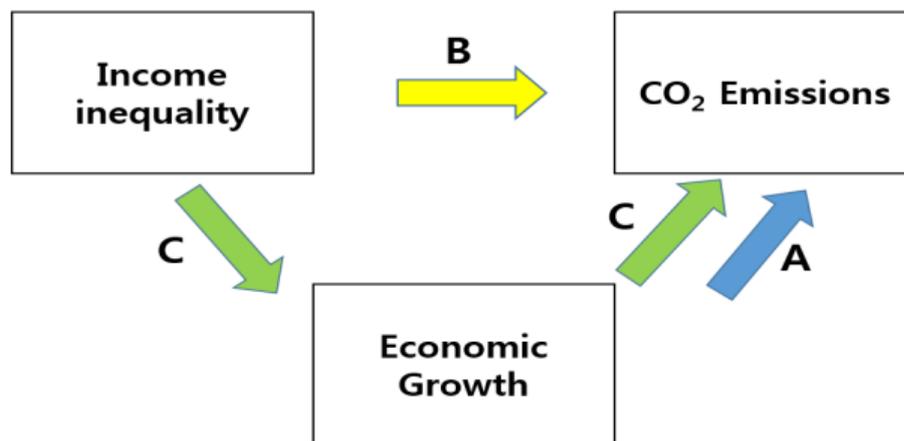
Perkembangan industrialisasi merupakan salah satu tanda pembangunan yang tujuannya untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi yang cepat dan diikuti oleh perkembangan industri menjadi faktor yang menyebabkan pencemaran udara sehingga berpengaruh terhadap pemanasan global (Candra, 2018). Perkembangan industrialisasi yang cepat memberikan tantangan tersendiri bagi lingkungan dan menyebabkan eksternalitas. Proses pembakaran pada industri yang menggunakan bahan kimia serta penggunaan teknologi tidak ramah lingkungan pada akhirnya akan berdampak pada kualitas udara yang buruk dan degradasi lingkungan (Kurniarahma *et al.*, 2018). Selain itu, pertumbuhan industrialisasi yang pesat akan dibarengi dengan penggunaan energi yang berpengaruh terhadap emisi CO<sub>2</sub>. Menurut Fauzi (2017) penggunaan energi, terutama fosil menyebabkan peningkatan konsentrasi GRK yaitu emisi CO<sub>2</sub>.

Telah banyak penelitian yang menganalisis tentang hubungan antara PDB dan emisi CO<sub>2</sub>. Penelitian dari Ula & Affandi (2019) menyatakan bahwa PDB per kapita berkorelasi positif pada emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia. Nilai koefisien pada penelitian tersebut sebesar 50708, yang artinya apabila PDB per kapita naik 100 dollar US, maka dihasilkan emisi CO<sub>2</sub> dari kegiatan ekonomi sebesar 50.708 metrik ton per kapita. Penelitian dari Fattah *et al.* (2021) juga mengatakan bahwa PDB berpengaruh positif pada emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia untuk periode 1971-2018.

### **8. Hubungan Ketimpangan Pendapatan terhadap Emisi CO<sub>2</sub>**

Terdapat hubungan secara langsung dan tidak langsung antara ketimpangan pendapatan dengan emisi CO<sub>2</sub>. Hipotesis Kuznet memberikan hasil empiris dari konsekuensi lingkungan maupun ketimpangan pendapatan pada pertumbuhan ekonomi. Kang (2022) menggambarkan hubungan ketiga aspek tersebut seperti yang terlihat pada Gambar 10. Gambar tersebut menunjukkan efek langsung dari pertumbuhan ekonomi terhadap emisi CO<sub>2</sub> yang terlihat pada panah A, panah B menunjukkan pengaruh langsung dari ketimpangan pendapatan terhadap emisi

CO<sub>2</sub>, dan panah C menunjukkan efek tidak langsung dari ketimpangan pendapatan terhadap emisi CO<sub>2</sub> sekaligus menggabungkan efek ketimpangan pendapatan terhadap pertumbuhan ekonomi.



Sumber: (Kang, 2022)

Gambar 9. Hubungan ketimpangan pendapatan, pertumbuhan ekonomi, dan emisi CO<sub>2</sub>

Beberapa literatur menjelaskan bahwa terdapat tiga kerangka teori yang menjelaskan hubungan antara ketimpangan pendapatan terhadap emisi CO<sub>2</sub>. Studi pertama yang membahas mengenai hubungan degradasi lingkungan dengan gini rasio yaitu Boyce pada tahun 1994. Menurut studi yang dilakukan Boyce hubungan antara degradasi lingkungan dan emisi CO<sub>2</sub> dijelaskan dengan perbedaan kekuatan politik dan ekonomi antar kelas sosial yang menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan karena kelompok yang memiliki kekuatan politik dan ekonomi dapat mengontrol proses pembuatan kebijakan di tingkat nasional. Kelompok yang memiliki kekuatan politik dan ekonomi dapat membebankan biaya lingkungan pada masyarakat lainnya dengan proyek yang berdampak negatif pada lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa ketimpangan dalam masyarakat menyebabkan proses pengambilan keputusan terkait kebijakan lingkungan berjalan tidak demokratis sehingga mengabaikan kepentingan sosial (Uzar & Eyuboglu, 2023).

Kerangka teoritis yang kedua mengenai hubungan ketimpangan pendapatan terhadap lingkungan dijelaskan dengan perilaku ekonomi rumah tangga dan MPE.

Teori ini menjelaskan bahwa dinamika distribusi pendapatan mempengaruhi pola konsumsi rumah tangga dan bagaimana pola konsumsi memberikan tekanan pada lingkungan. Teori terakhir yang menjelaskan tentang hubungan ketimpangan pendapatan dan degradasi lingkungan yaitu teori emulasi Veblen. Teori ini menjelaskan bahwa dalam masyarakat yang mengalami ketimpangan pendapatan tinggi, kelompok miskin mungkin tertarik dengan pola konsumsi kelompok kaya dan ingin menirunya. Adanya keinginan meniru ini menyebabkan persaingan konsumsi dan meningkatkan konsumsi. Situasi ini menyebabkan peningkatan emisi yang tertanam dalam rantai produksi barang dan jasa (Uzar & Eyuboglu, 2023). Selain itu, ketimpangan pendapatan juga dapat mempengaruhi kualitas lingkungan melalui peningkatan jam kerja yang lebih panjang. (Uzar & Eyuboglu, 2023). Jam kerja yang lebih lama meningkatkan konsumsi energi fosil yang menyebabkan emisi CO<sub>2</sub>.

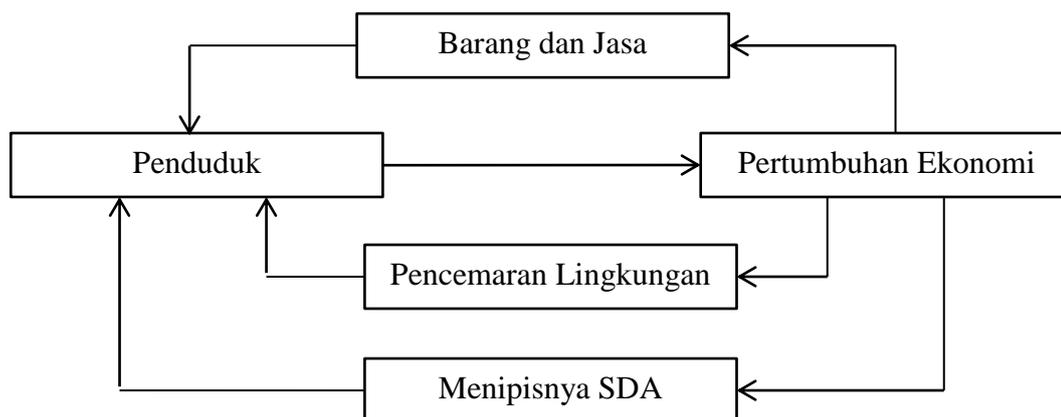
Telah banyak peneliti yang menganalisis hubungan antara ketimpangan pendapatan dan emisi CO<sub>2</sub>, namun masih sangat sedikit penelitian mengenai hal tersebut yang dilakukan di Indonesia. Berdasarkan penelitian dari Mushtaq *et al.* (2020) mengenai hubungan antara ketimpangan pendapatan dan inovasi terhadap emisi CO<sub>2</sub> di China yang menyatakan bahwa emisi karbon akan meningkat seiring dengan peningkatan ketimpangan pendapatan.

## **9. Hubungan Jumlah Penduduk terhadap Emisi CO<sub>2</sub>**

Penduduk merupakan aktor utama pembangunan, namun ketika jumlahnya telah melebihi ambang batas sistem pendukung, maka akan menjadi sumber utama terjadinya degradasi lingkungan (Ray & Ray, 2011). Penduduk merupakan pelaku ekonomi baik sebagai produsen maupun konsumen. Jumlah penduduk yang terus meningkat akan diikuti oleh meningkatnya permintaan barang dan jasa, yang pada gilirannya akan meningkatkan penggunaan sumberdaya alam (Mahendra *et al.*, 2022). Jumlah penduduk yang tinggi meningkatkan penggunaan sumberdaya alam yang berdampak pada hilangnya keanekaragaman hayati serta menimbulkan polusi udara dan air.

Suparmoko menggambarkan hubungan antara penduduk, pertumbuhan ekonomi, SDA, dan lingkungan seperti pada gambar 11. Pertumbuhan jumlah penduduk

meningkatkan produksi barang dan jasa untuk mempertahankan taraf hidup. Hal tersebut menuntut adanya eksploitasi sumberdaya alam yang diambil dari persediaan. Akibatnya persediaan sumberdaya alam semakin menipis. Selain itu, laju pertumbuhan ekonomi yang semakin meningkat juga diiringi dengan peningkatan pencemaran lingkungan. Pertumbuhan ekonomi tersebut dipicu oleh aktivitas ekonomi akibat semakin meningkatnya jumlah penduduk.



Sumber: (Suparmoko, 2008)

Gambar 10. Hubungan antara penduduk, pertumbuhan ekonomi, SDA dan lingkungan

Jumlah penduduk yang semakin meningkat juga berdampak pada penggunaan energi yang semakin tinggi sehingga menimbulkan emisi CO<sub>2</sub>. Penggunaan transportasi, infrastruktur, energi, dan transisi sektor pertanian ke industri menyebabkan penggunaan bahan bakar fosil yang menimbulkan polusi lingkungan atau emisi CO<sub>2</sub> (Widyawati *et al.*, 2021). Selain itu Perwithosuci *et al.*, (2020) juga mengatakan bahwa jumlah penduduk yang meningkat menyebabkan tingginya permintaan barang dan jasa serta konsumsi minyak yang digunakan sebagai faktor produksi. Penelitian-penelitian terdahulu menyimpulkan bahwa jumlah penduduk berpengaruh terhadap emisi CO<sub>2</sub>. Seperti penelitian dari Mahendra *et al.*, (2022) menyatakan bahwa populasi penduduk memiliki pengaruh positif signifikan terhadap kenaikan emisi CO<sub>2</sub> di sembilan negara ASEAN pada rentang waktu 2011-2020. Penelitian tersebut juga sesuai dengan penelitian dari Lawal & Abubakar (2019) yang menganalisis mengenai dampak jumlah penduduk terhadap emisi karbondioksida di Nigeria yang diperoleh hasil bahwa keduanya memiliki hubungan positif dan signifikan.

## B. Penelitian Terdahulu

Tabel di bawah ini merupakan ringkasan dari hasil penelitian terdahulu mengenai PDB per kapita, ketimpangan pendapatan, dan jumlah penduduk terhadap emisi CO<sub>2</sub>.

Tabel 4. Penelitian Terdahulu

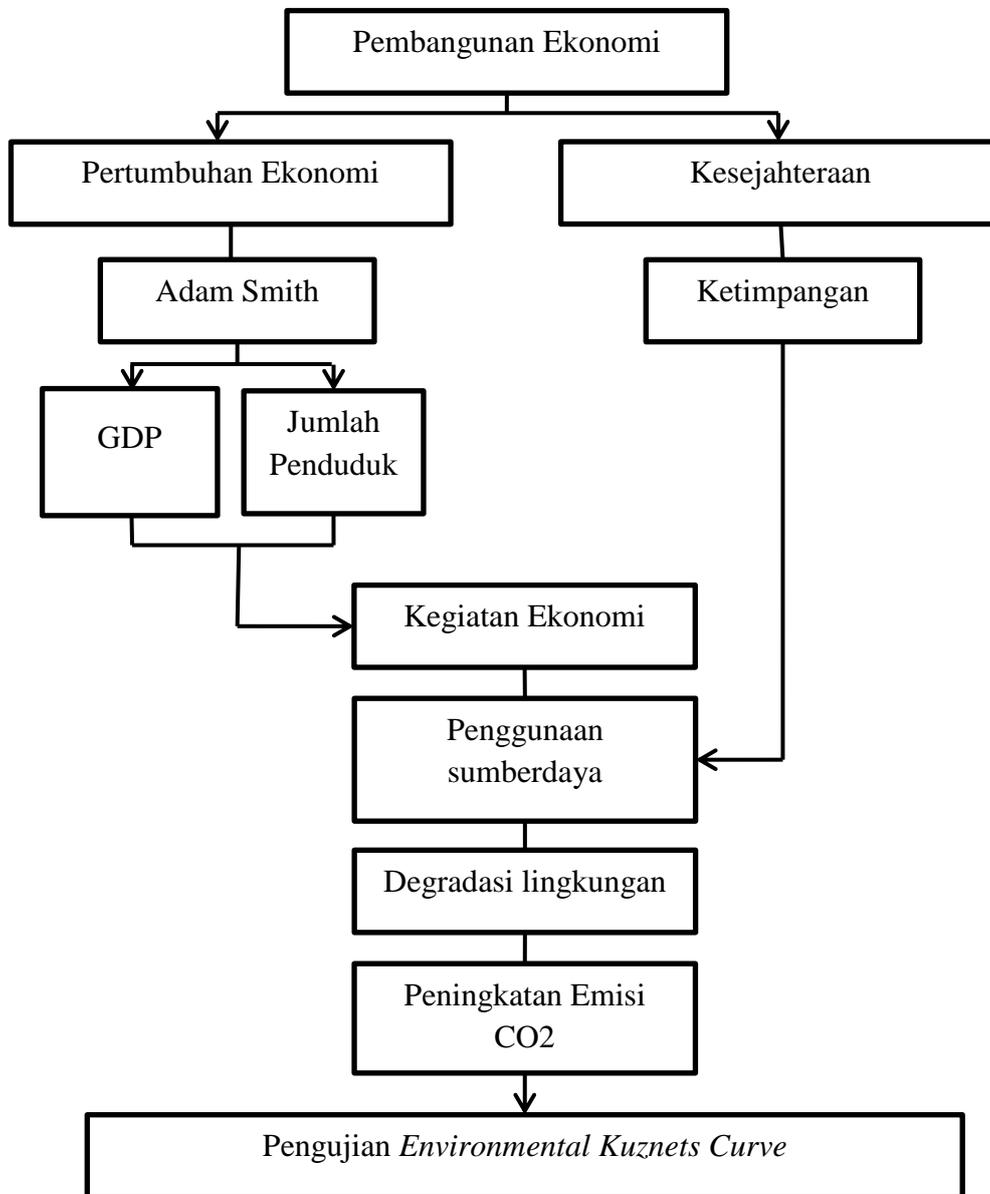
No.	Peneliti	Judul	Alat Analisis	Hasil
1.	(Azwar, 2019)	<i>Economic Growth And Co2 Emissions In Indonesia : Investigating The Environmental Kuznets Curve Hypothesis Existence</i>	Model ARDL  <b>Variabel Independen:</b> Pertumbuhan Ekonomi  <b>Variabel dependen:</b> Emisi CO <sub>2</sub>	Hipotesis EKC tidak berlaku di Indonesia, namun dalam jangka panjang pertumbuhan ekonomi berkorelasi positif dan signifikan terhadap emisi CO <sub>2</sub> terutama dari produksi listrik dan panas.
2.	(Ibrahiem, 2016)	<i>Environmental Kuznets curve: an empirical analysis for carbon dioxide emissions in Egypt</i>	ECM <b>Variabel Independen:</b> GDP per kapita, konsumsi energi, keterbukaan perdagangan, dan kepadatan penduduk  <b>Variabel dependen:</b> Emisi CO <sub>2</sub>	Hipotesis EKC tidak berlaku di Mesir, baik dalam jangka panjang maupun jangka pendek. Konsumsi energi berpengaruh positif terhadap emisi CO <sub>2</sub> . Sedangkan GDP, kepadatan penduduk, dan keterbukaan perdagangan berpengaruh negatif terhadap emisi CO <sub>2</sub> .
3.	(Muhammad Fajar & Hariyanto, 2021)	Pengujian Eksistensi Environmental Kuznets Curve Di Indonesia	Model <i>ordinary least square</i> (OLS)  <b>Variabel independen:</b> PDB nominal per kapita  <b>Variabel dependen:</b> Emisi CO <sub>2</sub>	Hipotesis EKC berlaku di Indonesia. Dalam jangka pendek peningkatan pendapatan akan meningkatkan emisi CO <sub>2</sub> di Indonesia, namun dalam jangka panjang peningkatan pendapatan akan menurunkan emisi CO <sub>2</sub> .
4.	(Alataş &	<i>The Impact of</i>	LM test, BA-	Terdapat hubungan

Akin, 2022)	<i>Income Inequality on Environmental Quality: A Sectoral-Level Analysis</i>	OLS, ADF test	jangka panjang antara emisi CO <sub>2</sub> , pendapatan, pendapatan kuadrat, ketimpangan pendapatan, globalisasi, dan urbanisasi di negara OECD.
		<b>Variabel independen:</b> Ketimpangan pendapatan	
		<b>Variabel dependen:</b> Emisi CO <sub>2</sub>	Hipotesis EKC valid untuk emisi CO <sub>2</sub> di sektor listrik dan bangunan
		<b>Variabel kontrol:</b> globalisasi dan urbanisasi	Pendapatan berpengaruh positif terhadap emisi di sektor transportasi, namun negatif di sektor pembakaran industri
		<b>Penentu emisi sektoral:</b> GDP dan GDP <sup>2</sup>	Ketimpangan pendapatan berpengaruh positif terhadap emisi di sektor listrik dan bangunan, namun negatif untuk sektor transportasi dan pembakaran industri
			Pengaruh globalisasi bervariasi antar sektor
			Urbanisasi berpengaruh positif terhadap emisi di semua sektor
5. (Sukono et al., 2019)	<i>The Effect of Gross Domestic Product and Population Growth on CO<sub>2</sub> Emissions in Indonesia: An Application of the</i>	Model Cobb Douglas dan Algoritma ACO	PDB Indonesia dan kepadatan penduduk secara signifikan mempengaruhi emisi CO <sub>2</sub> di Indonesia. Setiap kenaikan input
		<b>Variabel independen:</b>	

		<i>Ant Colony Optimisation Algorithm and Cobb-Douglas Model</i>	PDB Indonesia dan kepadatan penduduk	berupa PDB dan penduduk akan menyebabkan kenaikan output berupa emisi CO2 di Indonesia. Namun peningkatan emisi CO2 lebih dipengaruhi oleh kepadatan penduduk dibandingkan PDB.
6.	(Juliansyah et al., 2019)	<i>The Influence of Economic Growth, Population, and Industrial Sectors on Environmental Degradation in Indonesia</i>	Ordinary Least Square (OLS) <b>Variabel independen:</b> GDP, Jumlah Populasi, Sektor Industri	GDP dan jumlah penduduk berpengaruh positif dan signifikan terhadap degradasi lingkungan di Indonesia.  Pertumbuhan sektor industri berpengaruh negatif dan signifikan terhadap degradasi lingkungan di Indonesia.
5.	(Ali, 2022)	<i>Income Inequality and Environmental Degradation in Egypt: Evidence from Dynamic ARDL Approach</i>	Model ARDL <b>Variabel Independen:</b> Ketimpangan pendapatan  <b>Variabel dependen:</b> Emisi CO2	Tidak terdapat korelasi yang signifikan antara ketimpangan pendapatan dengan emisi CO2 dalam jangka pendek, namun terdapat korelasi yang positif dan signifikan antara ketimpangan pendapatan dan emisi CO2 dalam jangka panjang.
6.	(Khan & Yahong, 2022)	<i>Income Inequality, Ecological Footprint, and Carbon Dioxide Emissions in Asian Developing Economies: What Effects What and</i>	D&K standard error regression model <b>Variabel dependen:</b> Ketimpangan	Terdapat korelasi positif dan signifikan antara ketimpangan pendapatan dan EFP. Setiap kenaikan 1% ketimpangan pendapatan dapat meningkatkan EFP

		<i>How?</i>	pendapatan	sebagai proxy dari degradasi lingkungan sebesar 1,965%.
			<b>Variabel respon:</b> Degradasi lingkungan (CO2 dan EFP)	Terdapat korelasi yang positif dan signifikan antara ketimpangan pendapatan dan emisi CO2. Setiap kenaikan 1% ketimpangan pendapatan akan meningkatkan emisi CO2 sebagai proxy dari degradasi lingkungan sebesar 0,542%.
7.	(Putri <i>et al.</i> , 2022)	Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Jumlah Industri, Penanaman Modal Asing Dan Kemiskinan Terhadap Emisi Co2 Di Indonesia	ECM  Variabel independen: PDB, jumlah industri, penanaman modal asing dan kemiskinan.  Variabel dependen: Emisi COw	Variabel PDB, jumlah industri, dan FDI berpengaruh signifikan terhadap emisi CO2 baik dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang. Sementara itu variabel kilometer berpengaruh negatif terhadap emsisi CO2
8.	(Belaïd <i>et al.</i> , 2020)	<i>Carbon Emissions, Income Inequality And Environmental Degradation: The Case Of Mediterranean Countries</i>	<i>Ordinary Least Square (OLS) dan Fixed Effect (FE)</i>  <b>Variabel:</b> Emisi CO2, ketimpangan pendapatan (indeks gini), PDB pe kapita	Terdapat korelasi yang negatif dan signifikan antara ketimpangan pendapatan dan emisi CO2 dalam jangka panjang, namun dalam jangka pendek korelasi antara ketimpangan pendapatan dan emisi CO2 adalah positif dan signifikan.

### C. Kerangka Pemikiran



Gambar 11. Kerangka Berpikir

#### **D. Hipotesis Penelitian**

Dugaan sementara atau hipotesis pada penelitian ini berkaitan dengan hasil akhir yang menjadi pedoman untuk menganalisis hasil regresi akhir penelitian. Berdasarkan acuan teoritis dari penelitian-penelitian terdahulu, maka dirumuskan hipotesis pada penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Teori *environmental kuznet curve* berlaku di Indonesia dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang.
2. Diduga variabel PDB per kapita berpengaruh positif pada emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang
3. Diduga variabel ketimpangan pendapatan berpengaruh positif pada emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia dalam jangka pendek dan berpengaruh negatif dalam jangka panjang.
4. Diduga variabel jumlah penduduk berpengaruh positif pada emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang.
5. Diduga variabel PDB per kapita, ketimpangan pendapatan, dan jumlah penduduk berpengaruh signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **A. Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini memakai jenis penelitian kuantitatif dan pendekatan deskriptif. Sugiyono (2018) berpendapat jika jenis penelitian kuantitatif merupakan jenis penelitian yang didasarkan terhadap filsafat *positivistic* atau dipakai dalam populasi dan sampel tertentu, data penelitian berupa angka-angka yang diukur menggunakan uji statistik untuk menghasilkan suatu kesimpulan. Pendekatan deskriptif yang dipakai pada penelitian ini berfungsi untuk mendeskripsikan hasil penelitian. Penelitian deskriptif yaitu penelitian yang mengungkapkan pemecahan masalah didasarkan pada data-data, dengan menyajikan, menganalisis, dan menginterpretasikannya (Narbuko & Achmadi, 2015). Penelitian ini memiliki beberapa variabel yakni satu variabel terikat dan tiga variabel bebas. Variabel bebas dari penelitian ini yaitu PDB per kapita, ketimpangan pendapatan yang dihitung dengan gini ratio, dan jumlah penduduk. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu emisi CO<sub>2</sub> sebagai *proxy* degradasi lingkungan. Ruang lingkup penelitian ini yaitu Negara Indonesia selama periode tahun 1990-2021.

#### **B. Jenis dan Sumber Data**

Jenis data yang dipakai pada penelitian ini yaitu data sekunder. Sugiyono (2018) menjelaskan jika data sekunder yakni data yang tidak secara langsung memberikan data kepada pengumpul data, namun data tersebut berasal dari orang lain atau dokumen. Data yang dipakai pada penelitian ini bersumber dari data *world bank* dan *our world in data*. Data pada penelitian ini yaitu data *time series* atau data tahunan dalam kurun waktu 32 tahun yakni dari tahun 1990-2021. Data diolah menggunakan *microsoft excel* dan Eviews 12.

Tabel 5. Variabel, Satuan, dan Sumber Data

Variabel	Satuan	Sumber Data
Emisi CO2	ton	<i>Our World in Data</i>
PDB per kapita	US\$	<i>World Bank</i>
Ketimpangan Pendapatan (Gini Rasio)	0-100	<i>World Bank</i>
Jumlah Penduduk	Jiwa	<i>World Bank</i>

### C. Definisi Operasional Variabel

Definisi variabel di penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Emisi CO2

Indikator kerusakan lingkungan pada penelitian ini menggunakan emisi CO2. Emisi karbondioksida yang dipakai yaitu emisi CO2 yang hanya bersumber dari bahan bakar fosil dan industri. Satuan emisi CO2 yang dipakai pada penelitian ini yaitu ton. Data emisi CO2 didapat dari *our world in data*.

#### 2. PDB Per kapita

PDB per kapita didapatkan dengan cara membagi PDB dengan jumlah populasi. PDB yakni jumlah nilai tambah yang diperoleh dari keseluruhan unit produksi barang serta jasa pada suatu negara pada periode waktu tertentu. PDB per kapita diukur dalam satuan US\$. Data PDB per kapita diperoleh dari *world bank*.

#### 3. Ketimpangan Pendapatan

Ketimpangan pendapatan pada penelitian ini diukur dengan menggunakan gini rasio. Gini rasio menghitung seberapa jauh distribusi pendapatan (pada sebagian kasus pengeluaran konsumsi) diantara individu dan/atau rumah tangga di suatu ekonomi menyimpang atau tidak sesuai dengan distribusi yang seimbang. Gini rasio menghitung luas diantara kurva Lorenz dan garis hipotesis mutlak yang dinyatakan dalam persentase dari luas maksimum di bawah garis. Gini rasio pada penelitian ini berkisar antara 0-100. Gini ratio 0 menandakan kesetaraan sempurna, gini ratio 100 menandakan ketimpangan sempurna. Data gini rasio yang digunakan berasal dari *world bank*.

#### 4. Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk pada penelitian ini didasarkan pada definisi penduduk secara *de facto*. Jumlah penduduk yang digunakan pada penelitian ini diukur dengan satuan jiwa. Data diperoleh dari *world bank*.

#### D. Spesifikasi Model

##### 1. Model penelitian untuk menguji hipotesis EKC

Model penelitian yang dipakai yaitu model *environmental kuznets curve*. Model hipotesis kuznets menunjukkan adanya hubungan antara Produk Domestik Bruto (PDB) per kapita dengan emisi CO2 sebagai *proxy* degradasi lingkungan. Kurva EKC berbentuk seperti huruf U terbalik atau *Inverted U-Shaped*. Bentuk kurva EKC memiliki makna bahwa suatu negara mengalami peningkatan degradasi lingkungan seiring dengan kenaikan PDB per kapita, namun pada titik tertentu (*turning point*) PDB per kapita yang meningkat terus menerus akan menurunkan tingkat degradasi lingkungan. Model hipotesis EKC yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada model kuadratik milik Muhammad Fajar and Hariyanto (2021) yaitu sebagai berikut:

$$Y_t = \delta_0 + \delta_1 X_t + \delta_2 X_t^2 + v_t$$

Di mana:

$Y_t$  = Emisi karbondioksida per kapita

$X_t$  = PDB nominal per kapita

$V_t$  = Error random

$\delta_0$  = intersep

$\delta_1$  dan  $\delta_2$  = koefisien

Model hipotesis EKC yang digunakan pada penelitian ini yang digunakan sesuai dengan keinginan peneliti yaitu sebagai berikut:

$$CO_2 = \beta_0 + \beta_1 PDB_{kap_t} + \beta_2 PDB_{kap_t}^2 + \epsilon_t$$

Di mana:

CO<sub>2</sub> : Emisi CO<sub>2</sub>

PDB<sub>kap</sub> : PDB per kapita

- $\epsilon$  : Residual (*error term*)  
 $\beta_0$  : Konstanta  
 $\beta_1$  dan  $\beta_2$  : Koefisien

Hipotesis yang diharapkan untuk membentuk kurva *environmental kuznet curve* (EKC) yaitu positif pada PDB dan negatif pada  $PDB^2$  sehingga membentuk kurva U terbalik.

- Jika  $\beta_2 < 0$ , terjadi hubungan berbentuk U terbalik
- Jika  $\beta_2 > 0$ , terjadi hubungan berbentuk U
- Turning Point :  $\frac{-\beta_1}{2\beta_2}$

## 2. Model penelitian untuk menguji pengaruh PDB per kapita, ketimpangan pendapatan, dan jumlah penduduk terhadap emisi CO<sub>2</sub>

Spesifikasi model analisis yang dipakai pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

$$CO_2 = \beta_0 + \beta_1 PDB_{kap_t} + \beta_2 GR_t + \beta_3 P_t + \epsilon_t$$

- CO<sub>2</sub> : Emisi CO<sub>2</sub>  
 PDB<sub>kap</sub> : PDB per Kapita  
 GR : Gini Ratio (ketimpangan pendapatan)  
 P : Populasi (jumlah penduduk)  
 $\beta_0$  : Konstanta  
 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  : Koefisien Regresi  
 $\epsilon$  : Residual (*error term*)

### E. Metode Analisis

Metode analisis yang dipakai pada penelitian ini yaitu metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Metode kuantitatif berlandaskan pada data penelitian berupa angka-angka. Pendekatan deskriptif yang digunakan bertujuan untuk menyajikan, menganalisis, dan menginterpretasikan hasil penelitian.

## 1. Analisis Data

### a) Uji Stasioneritas

Biasanya data *time series* memiliki sifat yang stokastik atau mempunyai tren yang tidak stasioner (data memiliki akar unit). Pendekatan data *time series* memerlukan data yang tidak memiliki akar unit (*random walk*) atau data yang stasioner. Sehingga untuk melakukan estimasi pada data tersebut diperlukan pengujian stasioneritas atau dikenal dengan *unit root test*. Data bisa disebut stasioner jika data itu tidak ada perubahan yang drastis. Data *time series* bisa disebut stasioner bila nilai varian, rata-rata, serta autokovarian (di semua lag) mengalami transformasi yang tidak sistematis di sepanjang waktu. Pengujian stasioneritas bertujuan untuk melihat apakah data yang digunakan *stationary* atau tidak sebelum regresi dilakukan. Uji stasioneritas dilakukan untuk memperoleh nilai rata-ratanya yang stabil dan juga *error term* sama dengan nol, maka bisa didapat model regresi yang mempunyai kekuatan prediksi yang kuat.

Uji stasioneritas dalam penelitian ini memakai metode *Augmented Dickey-Fuller* (ADF). Cara melihat apakah data yang diuji terdapat akar unit atau tidak, maka dilakukan perbandingan antara ADF t-statistik dengan nilai kritis MacKinnon. Hipotesis pada pengujian ini yakni:

$H_0$  = Data tidak stasioner atau terdapat akar unit

$H_a$  = Data stasioner atau tidak terdapat akar unit

Kriteria mengambil keputusan:

- 1) Bila nilai statistik uji ADF > nilai kritis MacKinnon 5%, kesimpulannya menolak  $H_0$ , kesimpulannya data stasioner.
- 2) Bila nilai statistik uji ADF < nilai kritis MacKinnon 5%, kesimpulannya menerima  $H_0$ , kesimpulannya data tidak stasioner.

### b) Uji Integrasi

Uji stasioneritas pada variabel yang diamati menunjukkan hasil yang belum stasioner, maka perlu dilakukan uji integrasi. Tujuan uji integrasi yaitu untuk melihat data akan stasioner pada derajat berapa. Uji integrasi stasioneritas data

dapat dilakukan dengan menggunakan uji DF ataupun ADF. Penelitian ini uji integrasi yang digunakan yaitu data pembeda pertama (*first-difference*) dan data pembeda kedua (*second difference*) memakai uji ADF. Hipotesis pada pengujian ini yaitu:

$H_0$ : Data tidak stasioner

$H_a$ : Data Stasioner

Kriteria untuk mengambil keputusan dilaksanakan dengan cara membandingkan nilai ADF dan nilai kritis MacKinnon (dengan  $\alpha$  5% atau 0,05).

- 1) Bila nilai statistik ADF > dari nilai kritis MacKinnon 5% kesimpulannya  $H_0$  ditolak, kesimpulannya data stasioner
- 2) Bila nilai statistik ADF < nilai kritis MacKinnon 5%, kesimpulannya  $H_0$  diterima, kesimpulannya data tidak stasioner.

### c) Uji Kointegrasi

Uji kointegrasi punya tujuan untuk melihat kestabilan diantara dua variabel ataupun lebih dalam jangka panjang. Sekelompok variabel dapat bisa disebut mempunyai kointegrasi jika terdapat korelasi keseimbangan dalam jangka panjang. Pada penelitian ini digunakan uji *Engel Grange* (EG) untuk mendekteksi kointegrasi. Uji *Engle Granger* dapat mengetahui kointegrasi dari pengujian stationeritas pada nilai residualnya.

$H_0$ : Ada kointegrasi diantara variabel independen dan juga variabel dependen

$H_a$ : Tidak ada kointegrasi diantara variabel independen dan juga variabel dependen

Kriteria mengambil keputusan:

- 1) Apabila nilai absolut ADF > nilai kritis (5%), kesimpulannya  $H_0$  ditolak, kesimpulannya tidak ada kointegrasi diantara variabel independen dan juga variabel dependen.

- 2) Apabila nilai absolut ADF < nilai kritis (5%) kesimpulannya  $H_0$  diterima, kesimpulannya ada kointegrasi diantara variabel bebas dan juga variabel terikat.

## 2. Estimasi Model

Analisis regresi yang dilakukan dalam penelitian ini memakai estimasi *error correction model* (ECM). Model estimasi *error correction model* yakni metode yang mempunyai fungsi untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh jangka panjang ataupun jangka pendek pada variabel yang diuji. *Error correction model* memiliki kemampuan untuk melaporkan banyak variabel saat menganalisis variabel dalam jangka panjang ataupun jangka pendek, menelaah kekonsistenan model empirik dengan teori ekonometrika, sert pemecahan persoalan peubah runtut waktu yang tidak stasioner. Model estimasi *error correction model* pada penelitian ini memakai ECM Domowitz El Domowitz.

Persamaan ECM hipotesis EKC pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

$$\Delta CO2_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta PDBkap_t + \alpha_2 \Delta PDBkap_t^2 + \epsilon_t$$

- Jika  $\alpha_2 < 0$ , adanya hubungan berbentuk U terbalik
- Jika  $\alpha_2 > 0$ , adanya hubungan berbentuk U
- Turning Point :  $\frac{-\alpha_1}{2\alpha_2}$

Persamaan ECM untuk menguji pengaruh PDB per kapita, ketimpangan pendapatan, dan jumlah penduduk terhadap emisi CO2 yaitu sebagai berikut:

$$\Delta CO2_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta PDBkap_t + \alpha_2 \Delta GR_t + \alpha_3 \Delta P_t + \epsilon_t$$

Perhitungan ECM dicirikan dari terdapatnya unsur *Error Correction Term* (ECT). ECT adalah residual yang muncul pada metode ECM. Jika nilai koefisien ECT < 1 dan signifikan pada alpha 5%, maka model spesifikasi yang digunakan valid.

## 3. Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik dilakukan untuk pembuktian jika model regresi pada penelitian ini valid. Model regresi dikatakan valid jika memenuhi persyaratan BLUE (*Best Linier Unbiased and Estimated*). Uji asumsi klasik menjadi salah satu proses

penting untuk meminimalisir timbulnya regresi linear langsung yang menyebabkan tidak sah nya hasil estimasi. Uji asumsi klasik terdiri dari uji normalitas, uji autokorelasi, uji heteroskedastisitas, dan uji multikolinieritas.

#### a) Uji Normalitas

Uji normalitas memiliki tujuan untuk menguji dan melihat apakah pada model regresi variabel bebas dan variabel terikat terdistribusi secara normal atau tidak. Pengujian ini dilakukan melalui deteksi normalitas dengan melihat persebaran variabel pengganggu atau residual. Pengujian normalitas dilakukan memakai berbagai metode. Penelitian ini memakai jenis *Jarque-Bera test* atau JB test guna melihat apakah variabel dependennya dan variabel independennya dalam model regresi memiliki distribusi normal atau mendekati normal. Untuk mendeteksi normalitas dengan *Jarque-Bera test* dilakukan dengan cara perbandingan nilai pada probabilitas *Jarque-Bera* dengan nilai  $\alpha$  5% (0,5). Hipotesis pada pengujian ini yaitu:

$H_0$ : Residual terdistribusi secara normal

$H_a$ : Residual tidak terdistribusi secara normal

Kriteria mengambil keputusan:

- 1) Bila probabilitas  $JB > 0,5$  kesimpulannya  $H_0$  diterima, kesimpulannya residual terdistribusi secara normal
- 2) Bila Probabilitas  $JB < 0,5$  kesimpulannya  $H_0$  ditolak, kesimpulannya residual tidak terdistribusi secara normal.

#### b) Uji Autokorelasi

Autokorelasi bisa terjadi karena adanya korelasi (kaitan) diantara anggota observasi yang terurut sepanjang waktu. Uji autokorelasi mempunyai tujuan untuk menguji dan mengetahui apakah regresi linier yang dipakai mempunyai hubungan diantara kesalahan pengganggu periode sekarang dan kesalahan pengganggu periode sebelumnya. Terdapat beberapa pendekatan untuk melihat apakah pada data terdapat autokorelasi atau tidak. Uji yang dipakai guna mendeteksi terdapat atau tidaknya autokorelasi data pada penelitian ini yaitu uji Durbin-Watson. Uji

Durbin-Watson dilakukan melalui cara membandingkan nilai Durbin-Watson dengan dua titik kritis yang dipakai yaitu *upper critical Value* ( $du$ ) serta *lower critical value* ( $dl$ ). Bila nilai Durbin-Watson ada antara  $-2$  hingga  $+2$ , maka tidak ada gejala autokorelasi (dengan *level of significant* 5%). Hipotesis pada pengujian ini yaitu:

$H_0$ : Tidak terdapat autokorelasi

$H_a$ : terdapat autokorelasi

### c) Uji Heteroskedastisitas

Heteroskedastisitas muncul disebabkan oleh adanya faktor pengganggu yang mengakibatkan varian tidak konstan atau berbeda. Hal tersebut menyebabkan penaksir OLS menjadi bias. Uji heteroskedastisitas dilakukan untuk bisa tau apakah ada ketidaksamaan varians pada residual satu ke yang lainnya. Model bisa disebut baik bila varians pada setiap residualnya konstan. Pengujian heteroskedastisitas bisa dilakukan menggunakan beberapa metode. Penelitian ini memakai heteroskedastisitas *Breusch-Pagan-Godfrey*. Bila nilai Prob. Chi Square lebih dari 0,05, maka kesimpulannya tidak ada masalah heteroskedastisitas.

### d) Uji Multikolinieritas

Multikolinieritas merupakan kondisi dimana ada korelasi linier diantara variabel bebas pada model regresi. Uji multikolinieritas melihat hubungan antara satu variabel independen dengan variabel independen yang lainnya. Pengujian ini bertujuan guna melihat ada tidaknya hubungan linier antara variabel bebas di dalam regresi berganda. Penelitian ini memakai uji VIF (*Variance Inflation Factor*). Jika hasil pengujian berada di bawah 10, maka kesimpulannya tidak terdapat masalah multikolinieritas. Sebaliknya, hasil pengujian di atas 10, kesimpulannya ada masalah multikolinieritas.

## 4. Uji Statistik

### a) Uji Parsial (Uji t)

Uji t dilakukan untuk mengetahui apakah variabel independen secara individu (parsial) signifikan mempengaruhi variabel dependen. Uji parsial dilakukan untuk

mengetahui besaran *slope* regresi secara individu antara variabel bebas pada variabel terikat. Hipotesis pada pengujian ini yaitu:

1) PDB per kapita terhadap degradasi lingkungan

$H_0: \beta_1 = 0$  (PDB per kapita tidak memiliki pengaruh positif signifikan pada emisi CO<sub>2</sub>)

$H_a: \beta_1 > 0$  (PDB per kapita memiliki pengaruh positif signifikan pada emisi CO<sub>2</sub>)

2) Ketimpangan pendapatan terhadap degradasi lingkungan

$H_0: \beta_2 = 0$  (Ketimpangan pendapatan tidak memiliki pengaruh positif signifikan pada emisi CO<sub>2</sub>)

$H_a: \beta_2 > 0$  (Ketimpangan pendapatan memiliki pengaruh positif signifikan pada emisi CO<sub>2</sub>)

3) Jumlah penduduk terhadap degradasi lingkungan

$H_0: \beta_3 = 0$  (Jumlah penduduk tidak memiliki pengaruh positif signifikan pada emisi CO<sub>2</sub>)

$H_a: \beta_3 > 0$  (Jumlah penduduk memiliki pengaruh positif signifikan pada emisi CO<sub>2</sub>)

Kriteria mengambil keputusan:

- 1) Jika  $t \text{ hitung} > t \text{ tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak, kesimpulannya variabel bebas berpengaruh signifikan pada variabel terikat.
- 2) Jika  $t \text{ hitung} < t \text{ tabel}$ , maka  $H_0$  diterima, kesimpulannya variabel bebas tidak berpengaruh signifikan pada variabel terikat..

#### **b) Uji Simultan (Uji F)**

Uji F bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variabel bebas secara bersama-sama mampu menjelaskan variabel terikat. Hipotesis pada pengujian ini yaitu:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$  (semua variabel bebas bersama-sama tidak memiliki pengaruh signifikan)

$H_a$ : paling tidak terdapat satu koefisien regresi  $\neq 0$  (semua variabel bebas bersama-sama memiliki pengaruh signifikan)

Kriteria mengambil keputusan:

- 1) Jika nilai probabilitas F hitung  $>$  F tabel, maka  $H_0$  ditolak, kesimpulannya seluruh variabel bebas secara bersama-sama berpengaruh signifikan.
- 2) Jika nilai probabilitas F hitung  $<$  F tabel, maka  $H_0$  diterima, kesimpulannya seluruh variabel bebas bersama-sama tidak berpengaruh secara signifikan.

### **5. Uji Koefisien Determinasi ( $R^2$ )**

Koefisien determinasi digunakan untuk mengetahui seberapa besar persentase variasi total variabel independen bisa menerangkan variabel dependennya. Koefisien determinasi memiliki rentang nilai antara  $0 < R^2 < 1$ . Nilai  $R^2$  yang semakin besar berarti hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat semakin kuat. Sehingga kesimpulan yang diambil adalah:

- a) Nilai  $R^2$  kecil atau mendekati nol, artinya kemampuan variabel-variabel bebas dalam menerangkan variabel terikat sangat terbatas.
- b) Nilai  $R^2$  mendekati 1, artinya variabel-variabel bebas memberikan hampir semua informasi untuk memprediksi variabel terikat.

## **BAB V. PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian, maka kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh hasil bahwa hipotesis *Environmental Kuznet Curve* tidak berlaku di Indonesia baik dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang. Hal ini dikarenakan Indonesia masih tergolong sebagai negara berkembang. Teori EKC menjelaskan bahwa negara berkembang di tahap awal pembangunan masih mengutamakan pembangunan ekonomi melalui peningkatan produksi dan pendapatannya. Peningkatan produksi membutuhkan penggunaan energi fosil yang menjadi penyebab utama kerusakan lingkungan khususnya emisi CO<sub>2</sub>. Selain itu, saat ini Indonesia sedang mencapai tahap *industrial economy* pada kurva EKC. Pada tahap ini, aktivitas industri mendorong penggunaan energi dan eksploitasi sumber daya alam, dimana energi sendiri masih menjadi penyumbang terbesar pada emisi CO<sub>2</sub> yaitu mencapai 60%.
2. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa variabel PDB per kapita memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia baik dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang. Hal ini dikarenakan peningkatan PDB per kapita di Indonesia secara langsung berhubungan dengan peningkatan emisi CO<sub>2</sub>, karena peningkatan konsumsi energi dari bahan bakar fosil. Upaya peningkatan PDB per kapita menuntut produksi yang membutuhkan sumber daya dan energi. Hal tersebut menjadi pemicu terjadinya emisi CO<sub>2</sub>.
3. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa variabel ketimpangan pendapatan memiliki pengaruh positif tidak signifikan dalam jangka pendek dan negatif signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia dalam jangka panjang. Hubungan positif dalam jangka pendek dikarenakan ketimpangan

pendapatan dapat memicu pertumbuhan ekonomi melalui konsumsi yang lebih tinggi dari kelompok yang lebih kaya. Konsumsi yang lebih tinggi dapat mendorong produksi barang dan jasa, sehingga meningkatkan penggunaan sumber daya dan energi yang pada gilirannya meningkatkan emisi CO<sub>2</sub>. Hubungan negatif dalam jangka panjang dikarenakan ketimpangan pendapatan dapat menurunkan emisi CO<sub>2</sub> sehubungan dengan penurunan konsumsi energi dan mendorong R&D. Namun, demikian pengaruh ketimpangan pendapatan terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia tidak signifikan. Hal ini karena dampak positif dan dampak negatif terhadap emisi CO<sub>2</sub> saling mengimbangi.

4. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa variabel jumlah penduduk memiliki pengaruh negatif tidak signifikan dalam jangka pendek dan positif signifikan dalam jangka panjang terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia. Dalam jangka pendek, efek dari kenaikan jumlah penduduk pada emisi CO<sub>2</sub> dapat bersifat negatif karena adanya efek penurunan ekonomi yang berdampak pada penurunan aktivitas ekonomi, transportasi dan konsumsi energi. Dalam jangka panjang, peningkatan penduduk dapat memicu peningkatan aktivitas industri yang dapat meningkatkan penggunaan energi dan menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> yang lebih tinggi.
5. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa variabel PDB per kapita, ketimpangan pendapatan, dan jumlah penduduk memiliki pengaruh signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia.

## **B. Saran**

Saran dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Pemerintah seharusnya dapat membuat kebijakan mengenai pengurangan emisi CO<sub>2</sub>. Upaya untuk mencapai *net zero emission* harus benar-benar direalisasikan dengan membuat inovasi energi ramah lingkungan atau transisi energi baru terbarukan, sehingga upaya peningkatan PDB tidak akan menyebabkan degradasi lingkungan.
2. Sebagai upaya mengatasi ketimpangan pendapatan, seharusnya pemerintah dapat memberikan peluang pekerjaan melalui peningkatan keahlian atau

magang, memberikan pelatihan usaha, serta mengembangkan industri berbasis rakyat. Upaya-upaya tersebut harus diselenggarakan dengan diselingi sosialisasi mengenai dampak degradasi lingkungan.

3. Pemerintah seharusnya dapat menjalankan program Keluarga Berencana (KB) dengan lebih efektif dan efisien sehingga peningkatan jumlah penduduk dapat ditekan. Selain itu, perlu adanya penyediaan fasilitas kesehatan yang memadai dan sosialisasi mengenai KB yang maksimal.
4. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan variabel lain yang dapat mempengaruhi emisi CO<sub>2</sub>.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adu, D. T., & Denkyirah, E. K. (2019). Economic growth and environmental pollution in West Africa: Testing the environmental kuznets curve hypothesis. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 40(2), 281–288.
- Affandi, Hamzah, A., & Risma, O. R. (2021). Analisis Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Tahun 1994-2020. *Jurnal Bisnis Dan Kajian Strategi Manajemen*, 5(1), 49–56.
- Akhirul, Witra, Y., Umar, I., & Erianjoni. (2020). Dampak Negatif Pertumbuhan Penduduk Terhadap Lingkungan Dan Upaya Mengatasinya. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*, 1(3), 76–84.
- Alataş, S., & Akın, T. (2022). The impact of income inequality on environmental quality: a sectoral-level analysis. *Journal of Environmental Planning and Management*, 65(10), 1949–1974.
- Ali, I. M. A. (2022). Income inequality and environmental degradation in Egypt: evidence from dynamic ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(6), 8408–8422.
- Amri, K. (2017). Analisis Pertumbuhan Ekonomi dan Ketimpangan Pendapatan : Panel Data 8 Provinsi di Sumatera. *Jurnal Ekonomidan Manajemen Teknologi*, 1(1), 1–11.
- Andersson, F. N. G. (2022). Income Inequality and Carbon Emissions in the United States 1929–2019. *SSRN Electronic Journal*, 204(PA), 107633.
- Ardana, Y. (2018). Analisis Faktor yang Berpengaruh terhadap Ketimpangan Pendapatan di Indonesia. *Ekonomikawan: Jurnal Ilmu Ekonomi Dan Studi Pembangunan*, 18(1), 69–78.
- Arsyad, L. (2010). *Ekonomi Pembangunan*. upp stim ykpn.
- Azwar. (2019). Economic Growth And Co2 Emissions In Indonesia : Investigating The Environmental Kuznets Curve Hypothesis. *Jurnal BPPK*, 12(1), 42–52.
- Badriah, L. S. (2019). Ketimpangan Distribusi Pendapatan Kaitannya dengan Pertumbuhan Ekonomi dan Kemiskinan serta Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya. *Sustainable Competitive Advantage (SCA-9) FEB UNSOED*, 9(232), 232–248.
- Barbier, E. B., & Burgess, J. C. (2017). The sustainable development goals and the systems approach to sustainability. *Economics*, 11, 1–22.
- Belaïd, F., Boubaker, S., & Kafrouni, R. (2020). Carbon emissions, income inequality and environmental degradation: The case of Mediterranean countries. *European Journal of Comparative Economics*, 17(1), 73–102.
- Boediono. (2012). *Teori Pertumbuhan Ekonomi*. BPFE.

- Borghesi, S. (2000). *Income Inequality and the Environmental Kuznets Curve*.
- Borghesi, S. (2005). Income inequality and the environmental Kuznets curve. *Environment, Inequality and Collective Action*, 32–50.
- Boyce, J. K. (1994). Inequality as a cause of environmental degradation. *Ecological Economics*, 11(3), 169–178.
- BPS. (2021). Pertumbuhan Ekonomi Indonesia 2021. *Www.Bps.Go.Id*. <https://www.bps.go.id/pressrelease/2021/02/05/1811/ekonomi-indonesia-2020-turun-sebesar-2-07-persen--c-to-c-.html>
- Cahyadin, M., Sari, V. K., & Juwita, A. H. (2021). New Evidence of Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Developing Countries. *Jurnal Ekonomi Pembangunan: Kajian Masalah Ekonomi Dan Pembangunan*, 22(2), 251–262.
- Cahyani, F. A. (2020). Upaya Peningkatan Daya Dukung Lingkungan Melalui Penerapan Prinsip Sustainable Development Berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Indonesian State Law Review*, 2(2), 168–179.
- Candra, K. A. (2018). Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi Dan Penanaman Modal Asing Terhadap Emisi Karbondioksida Di Delapan Negara Asean Periode 2004-2013. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 2(2), 1–12.
- Chng, Z. Y. (2019). Environmental Degradation and Economics Growth: Testing the Environmental Kuznets Curve Hypothesis (EKC) in Six ASEAN Countries. *Journal of Undergraduate Research at Minnesota State University, Mankato*, 19(1), 1–15.
- Das, M., & Basu, S. R. (2022). Understanding the relationship between income inequality and pollution: A fresh perspective with cross-country evidence. *World Development Perspectives*, 26, 1–11.
- Drews, S., & Bergh, J. C. J. M. va. den. (2017). cc. *Global Environmental Change*, 46, 88–103.
- Dwi, Y. (2021). Analisis pertumbuhan dan kepadatan penduduk terhadap pertumbuhan ekonomi. *Forum Ekonomi*, 23(4), 687–698.
- Fasikha, Y., & Yuliadi, I. (2018). Analisis Pengaruh Perubahan Lingkungan Terhadap Pendapatan Per Kapita di Negara-Negara Asean Periode 2005-2015. *Journal of Economics Research and Social Sciences*, 2(1), 34–43.
- Fattah, A. M., Aminata, J., Susilowati, I., & Pujiyono, A. (2021). Causality Analysis: Economic Growth, Economic Openness, Energy Consumption, and Carbon Dioxide Emission Indonesia. *Media Ekonomi Dan Manajemen*, 36(2), 124.
- Fauzi, R. (2017). Effects of Energy Consumption, Forest Areas and Economic Growth toward CO2 emissions in 6 (six) ASEAN Member Countries: A Panel Data Analysis Approach. *Ecolab*, 11(1), 1–52.
- Fauzia, A. A., & Suseno, D. A. (2017). Analisis Determinan Disparitas Pendapatan di Kawasan Purwomanggung Tahun 2009-2015. *Economics Development Analysis Journal*, 6(4), 446–455.
- Finanda, N., & Toto, G. (2022). Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi , Pertumbuhan Penduduk , Serta Tingkat Kemiskinan Terhadap Indeks Kualitas Lingkungan Hidup. *Sosains: Jurnal Sosial Dan Sains*, 2(1), 193–

202.

- Firmansyah, M. F. (2021). *Analisis Pertumbuhan Ekonomi Dalam Penentuan Basis Ekonomi, Isu Ketimpangan Dan Lingkungan Di Jawa Barat Periode 2010-2019*. 3(1), 8–27.
- Ghazouani, T., & Beldi, L. (2022). The Impact of Income Inequality on Carbon Emissions in Asian Countries: Non-Parametric Panel Data Analysis. *Environmental Modeling and Assessment*, 27(3), 441–459.
- Grishin, V. I., Ustyuzhanina, E. V., & Pavlovna Komarova, I. (2019). Main problems with calculating GDP as an indicator of economic health of the country. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 10(2), 1696–1703.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. . (1991). Environmental impacts of a north American free trade agreement. *National Bureau of Economic Research Working Paper*.
- Gulzar, S., Ghauri, S., Abbas, Z., Hussain, K., & Jibril, A. B. (2020). “Antecedents of employee wellbeing in the banking sector: The moderating role of working environment.” *Problems and Perspectives in Management*, 18(4), 448–460.
- Handayani, P. W. (2019). Pengaruh Perkembangan Kegiatan Sektor Ekonomi Terhadap Peningkatan Gas Rumah Kaca (Grk) Di Pulau Jawa Tahun 2010-2017. *Jurnal Ilmiah*, 7(2).
- Hao, Y., Chen, H., & Zhang, Q. (2016). *Will income inequality affect environmental quality? Analysis based on China ' s provincial panel data*. 67, 2014–2016.
- Hapsoro, N. A., & Bangun, K. (2020). Perkembangan Pembangunan Berkelanjutan Dilihat Dari Aspek Ekonomi Di Indonesia. *Lakar: Jurnal Arsitektur*, 3(2), 88.
- Ibrahiem, D. M. (2016). Environmental Kuznets curve: an empirical analysis for carbon dioxide emissions in Egypt. *International Journal of Green Economics*, 10(2), 136.
- IPCC. (2018). *Summary for Policymakers. In: Global warming of 1.5°C*.
- Juliansyah, R., Zulham, T., & Gunawan, E. (2019). *The Influence of Economic Growth , Population , and Industrial Sectors on Environmental Degradation in Indonesia*. 3(1), 93–106.
- Kaika, D., & Zervas, E. (2013). The Environmental Kuznets Curve (EKC) theory—Part A: Concept, causes and the CO2 emissions case. *Energy Policy*, 63(C), 1392–1402.
- Kang, H. (2022). Impacts of Income Inequality and Economic Growth on CO2 Emissions: Comparing the Gini Coefficient and the Top Income Share in OECD Countries. *Energies*, 15(19), 6954.
- Kemenperin. (2022). *Industri Manufaktur Indonesia Semakin Ekspansif*. Kementerian Perindustrian. <https://kemenperin.go.id/artikel/23125/Industri-Manufaktur-Indonesia-Semakin-Ekspansif#:~:text=Sejak 2010%2C sektor industri terus,Rp2.760%2C43 Triliun>.
- 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>

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). Laporan Inventarisasi GRK 2020 dan Monitoring, Pelaporan, Verifikasi (MPV). *Dirjen PPI*, 1–143.
- Khan, S., & Yahong, W. (2022). Income inequality, ecological footprint, and carbon dioxide emissions in Asian developing economies: what effects what and how? *Environmental Science and Pollution Research*, 29(17), 1–22.
- Khoirudin, R., & Musta'in, J. L. (2020). Analisis Determinan Ketimpangan Pendapatan di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Tirtayasa Ekonomika*, 15(1), 17.
- Kurniarahma, L., Laut, L. T., & Prasetyanto, P. K. (2018). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Emisi Co 2 Di Indonesia (Analysis of Factors Affecting Co2 Emissions in Indonesia). *DINAMIC: Directory Journal of Economic*, 2(2), 369–385.
- Kurniawati, E., & Sugiyanto, C. (2021). *Pengaruh Struktur Umur Penduduk terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia The Effect of Population Age Structure on Economic Growth in Indonesia Pendahuluan*. 21(1), 41–58.
- Kusumawardani, D., & Dewi, A. K. (2020). The effect of income inequality on carbon dioxide emissions: A case study of Indonesia. *Heliyon*, 6(8), e04772.
- Kuznets, S. (1995). Economic Growth And Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1–28.
- Labiba, D., & Pradoto, W. (2018). Sebaran Emisi Co2 Dan Implikasinya Terhadap Penataan Ruang Area Industri Di Kabupaten Kendal. *Jurnal Pengembangan Kota*, 6(2), 164.
- Lawal, I. M., & Abubakar, M. (2019). Impact of population growth on Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) emission: empirical evidence from Nigeria. *Jurnal Perspektif Pembiayaan Dan Pembangunan Daerah*, 6(6), 701–708.
- Lean, H. H., & Smyth, R. (2010). CO<sub>2</sub> emissions, electricity consumption and output in ASEAN. *Applied Energy*, 87(6), 1858–1864.
- Lestari, N., Pasha, P. A., Oktapianti, M., & Noviarita, H. (2021). Teori Pembangunan Ekonomi. *REVENUE: Jurnal Manajemen Bisnis Islam*, 2(2), 95–112.
- Magnani, E. (2000). The Environmental Kuznets Curve, environmental protection policy and income distribution. *Ecological Economics*, 32(3), 431–443.
- Mahendra, Y. I., Marselina, Wahyudi, H., & Ciptawati, U. (2022). Pengaruh Populasi Penduduk, FDI dan Control of Corruption terhadap Emisi CO<sub>2</sub> di 9 Negara ASEAN. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 2(10), 3741–3753.
- Makmun. (2011). Green Economy: Konsep, Implementasi, dan Peranan Kementerian Keuangan. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan*, 19(2), 1–15.
- Mawardi, I. (2018). *Orang Kaya dan Ketimpangan*. Unair News. <https://news.unair.ac.id/2018/12/30/orang-kaya-dan-ketimpangan/>
- Mekhzoumi, L., Harnane, N., Ayachi, A., & Abdellaoui, O. (2022). The Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Industrialized Countries: A Second Generation Econometric Approach. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 12(2), 96–103.
- Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent Social Sciences*, 5(1).
- Muhammad, F. (2021). Analisis Keterkaitan Konservasi Lingkungan Dengan

- Pembangunan Ekonomi. *Jurnal Ilmiah*, 9(2), 1–13.
- Muhammad Fajar, & Hariyanto. (2021). Pengujian Eksistensi Environmental Kuznets Curve Di Indonesia. *Jurnal Lebesgue : Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 2(1), 62–68.
- Mushtaq, A., Chen, Z., Ud Din, N., Ahmad, B., & Zhang, X. (2020). Income inequality, innovation and carbon emission: Perspectives on sustainable growth. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 33(1), 769–787.
- Narbuko, C., & Achmadi, A. (2015). *Metodologi Penelitian*. Bumi Aksara.
- Nikensari, S. I., Destilawati, S., & Nurjanah, S. (2019). Studi Environmental Kuznets Curve Di Asia: Sebelum Dan Setelah Millennium Development Goals. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 27(2), 11–25.
- Noor, M. A., & Saputra, P. M. A. (2020). Emisi Karbon dan Produk Domestik Bruto: Investigasi Hipotesis Environmental Kuznets Curve (EKC) pada Negara Berpendapatan Menengah di Kawasan ASEAN. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 8(3), 230–246.
- Oktavia, P. A. D., Yunitasari, D., & Yuliati, L. (2021). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi dan Pertumbuhan Penduduk terhadap Kualitas Udara di Kawasan Gerbangkertosusila. *EKOPEM : Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 6(4), 1–9.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2008). Climate Change: Meeting the Challenge to 2050. *Policy Brief, February 2008*, 1–8.
- Palindangan, J., & Bakar, A. (2021). Analisis Pengaruh Tingkat Pertumbuhan Ekonomi Dan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Terhadap Tingkat Pengangguran Di Kabupaten Mimika. *Jurnal Kritis (Kebijakan, Riset, Dan Inovasi)*, 5(1), 65–80.
- Panayotou, T. (1993). Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. In *Pacific and Asian Journal of Energy* (Vol. 4, Issue 1). International Labour Office.
- Perwithosuci, W., Mafruhah, I., & Gravitiani, E. (2020). The Effect of Population, GDP, Oil Consumption, and FDI on CO2 Emissions in Asean 5 Developing Countries. *International Journal of Economics, Business and Management Research*, 4(06).
- Pieris, K. W. . (2015). Ketahanan dan Krisis Pangan dalam Perspektif Malthus, Depedensi dan Gender (Women in Development). *Jurnal Hubungan Internasional*, 8(1), 1–13.
- Prasetyanto, P. K., & Sari, F. (2021). Environmental Kuznets Curve: Economic Growth With Environmental Degradation in Indonesia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(5), 622–628.
- Puspita, D. P., Militina, T., & Effendi, A. S. (2020). Employment Opportunities and Poverty Levels in Pro V Insi Kalimantan Timur. *International Journal of Economics, Business and Accounting Research (IJEBAR)*, 4(01), 141–157.
- Putri, F. Z., Karimi, K., Hamdi, M., Bakaruddin, B., & Rahayu, N. I. (2022). Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Jumlah Industri, Penanaman Modal Asing Dan Kemiskinan Terhadap Emisi Co2 Di Indonesia. *Jurnal Akuntansi Dan Ekonomika*, 12(2), 221–228.
- Ravallion, M., Heil, M., & Jalan, J. (2000). Carbon Emissions and Income Inequality. *Oxford Economic Papers*, 52(4), 651–669.
- Ray, S., & Ray, I. A. (2011). Impact of Population Growth on Environmental Degradation: Case of India. *Journal of Economics and Sustainable*

- Development Wwww.Iiste.Org ISSN*, 2(8), 72–77. [www.iiste.org](http://www.iiste.org)
- Reswita, Mulyasari, G., & Refflis. (2021). Hubungan Degradasi Lingkungan Dengan Kemiskinan. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(5), 1579–1584.
- Ridena, S. (2020). Kemiskinan Dan Lingkungan: Perspektif Kemiskinan Di Perkotaan Dan Pedesaan. *Jurnal Litbang Sukowati : Media Penelitian Dan Pengembangan*, 5(1), 39–48.
- Ruchmawati, S., & Tuasela, A. (2017). Analisis Pengaruh Pertumbuhan Penduduk Terhadap Harga Tanah Di Kelurahan Kwamki Distrik Mimika Baru Kabupaten Mimika. *Jurnal Kritis*, 1(1), 1–15.
- Rusli, S. (2012). *Pengantar Ilmu Kependudukan*. LP3ES, anggota Ikapi.
- Santoso, D. H., & Nurumudin, M. (2020). Valuasi Ekonomi Degradasi Lingkungan Akibat Alih. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 12(2), 121–130.
- Setianingtias, R., Baiquni, M., & Kurniawan, A. (2019). Pemodelan Indikator Tujuan Pembangunan Berkelanjutan Di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 27(2), 61–74.
- Siswosoemarto, R. (2012). *Intelejen Ekonomi: Teori dan Aplikasi*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Subair. (2015). Relevansi Teori Malthus Dalam Diskursus. *Jurnal Dialektika*, 9(2), 96–110.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Alfabeta.
- Sukirno, S. (2004). *Teori Pengantar Makroekonomi*. Raja Grafindo Persada.
- Sukono, Albra, W., Zulham, T., Iskandarsyah, Saputra, J., Subartini, B., & Thalia, F. (2019). The effect of gross domestic product and population growth on CO2 emissions in Indonesia: An application of the ant colony optimisation algorithm and cobb-douglas model. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(4), 313–319.
- Suparmoko, M. (2020). Konsep Pembangunan Berkelanjutan Dalam Perencanaan Pembangunan Nasional dan Regional. *Jurnal Ekonomika Dan Manajemen*, 9(1), 39–50.
- Suriandjo, H. S. (2018). *Analisis Emisi Gas Rumah Kaca Pada Koridor*. 6(2), 93–101.
- Susanti, E. D. (2018). *Environmental Kuznet Curve: Hubungan Pertumbuhan Ekonomi Dengan Degradasi Kualitas Udara Dalam Pencapaian Millenium Development Goals (Mdgs) Di Indonesia*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sutanhaji, A. T., Anugroho, F., Ramadhina, P. G., Pertanian, T., Brawijaya, U., Veteran, J., & Sumberdaya, J. (2015). Pemetaan Distribusi Emisi Gas Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Kota Blitar Mapping of the Distribution Carbon Dioxide ( CO<sub>2</sub> ) Emissions with Geographic Information System ( GIS ) in Blitar City. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 5(1), 34–42.
- Syari, D. D., A.K, S., & Robiani, B. (2017). The Effect Of Fiscal Decentralization To Gross Domestic Regional Product Of District / City In South Sumatra Province. *Sriwijaya International Journal Of Dynamic Economics And Business*, 1(22), 181–202.
- Todaro, M. (2000). *Pembangunan Ekonomi Di dunia Ketiga*. Erlangga.
- Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2006). *Pembangunan Ekonomi* (9th ed.). Gelora Aksara Pratama.

- Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2011). *Pembangunan Ekonomi* (11th ed.). Penerbit Erlangga.
- Trianto, M. F. S., & Purwanti, E. Y. (2019). Pertumbuhan Penduduk, Inflasi Dan Korupsi: Analisis Empiris Environmental Kuznets Curve (Ekc) Di Kawasan Asean Periode 2002-2016. *Jurnal Dinamika Ekonomi Pembangunan*, 1(3), 71.
- Trisiya, D. (2022). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Populasi, Dan Industri Pengolahan, Terhadap Kualitas Lingkungan Ditinjau Dari Emisi Co2 Di Indonesia. *Naskah Publikasi*.
- Ula, T., & Affandi. (2019). Analisis Dampak Diversifikasi Ekspor Produk Dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Lingkungan: Studi Indonesia. *Journal of Economics Science*, 5(2), 35–45.
- Uzar, U., & Eyuboglu, K. (2023). Does income inequality increase the ecological footprint in the US: evidence from FARDL test? *Environmental Science and Pollution Research*, 30(4), 9514–9529.
- Verma, A. K. (2019). Sustainable Development and Environment. *Research Review International Journal of Multidisciplinary*, 10(1), 1–5.
- Widyawati, R. F., Hariani, E., Ginting, A. L., & Nainggolan, E. (2021). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Populasi Penduduk Kota, Keterbukaan Perdagangan Internasional Terhadap Emisi Gas Karbon Dioksida (CO2) Di Negara ASEAN. *Jambura Agribusiness Journal*, 3(1), 37–47.
- World Population Review. (2022). *Carbon Footprint by Country 2022*. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/carbon-footprint-by-country>