

**PENGARUH GDP PER KAPITA, KONSUMSI ENERGI, DAN
NILAI TAMBAH INDUSTRI TERHADAP EMISI KARBON
DIOKSIDA DI INDONESIA TAHUN 1992-2021**

(Skripsi)

Oleh

**IKRAMINA SALSABILA NUR AMALINA
NPM 1911021027**



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

ABSTRACT

THE EFFECT OF GDP PER CAPITA, ENERGY CONSUMPTION, AND INDUSTRIAL VALUE ADDED ON CARBON DIOXIDE EMISSION IN INDONESIA FROM 1992-2021

By

IKRAMINA SALSABILA NUR AMALINA

This research aims to analyze the long-term and short-term effect of GDP Per Capita, Energy Consumption, and Industrial Value Added on Carbon Dioxide Emissions in Indonesia. The study uses a time series analysis method, namely the Error Correction Models (ECM). This study uses secondary data starting from 1992 to the 2021 annual. The results of this study indicate that in the long and short term, the variables of GDP Per Capita, Energy Consumption, and Industrial Value Added have a positive and significant effect on the Carbon Dioxide Emissions, ceteris paribus. Furthermore, the results also reveal that the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis is supported in Indonesia in the long term, but not in the short term.

Keywords: *GDP Per Capita, Energy Consumption, Industrial Value Added, Carbon Dioxide Emissions, ECM.*

ABSTRAK

PENGARUH GDP PER KAPITA, KONSUMSI ENERGI, DAN NILAI TAMBAH INDUSTRI TERHADAP EMISI KARBON DIOKSIDA DI INDONESIA TAHUN 1992-2021

OLEH

IKRAMINA SALSABILA NUR AMALINA

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jangka panjang dan jangka pendek dari GDP Per Kapita, Konsumsi Energi, dan Nilai Tambah Industri terhadap Emisi Karbon Dioksida di Indonesia. Penelitian ini menggunakan metode analisis *time series* yaitu *Error Correction Model* (ECM). Dalam penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data tahunan yang dimulai dari tahun 1992 hingga 2021. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dalam jangka panjang maupun jangka pendek variabel GDP Per Kapita, Konsumsi Energi, dan Nilai Tambah Industri berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbon dioksida, *ceteris paribus*. Selain itu ditemukan hasil bahwa hipotesis EKC terbukti di Indonesia pada jangka panjang, namun pada jangka pendek hipotesis EKC tidak terbukti.

Kata kunci : GDP Per Kapita, Konsumsi Energi, Nilai Tambah Industri, Emisi Karbon Dioksida, *ECM*

**PENGARUH GDP PER KAPITA, KONSUMSI ENERGI, DAN
NILAI TAMBAH INDUSTRI TERHADAP EMISI KARBON
DIOKSIDA DI INDONESIA TAHUN 1992-2021**

**Oleh :
IKRAMINA SALSABILA NUR AMALINA**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh 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 GDP PER KAPITA, KONSUMSI ENERGI, DAN NILAI TAMBAH INDUSTRI TERHADAP EMISI KARBON DIOKSIDA DI INDONESIA TAHUN 1992-2021**

Nama Mahasiswa : **Ikramina Salsabila Nur Amalina**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1911021207**

Jurusan : **Ekonomi Pembangunan**

Fakultas : **Ekonomi dan Bisnis**



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Heru Wahyudi, S.E., M.Si.
NIP 19770212 200604 1 001

Ukhti Ciptawaty, S.E., M.Si.
NIP 19850517 201903 2 014

MENGETAHUI

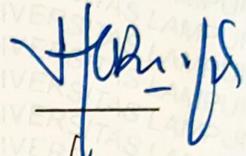
2. Ketua Jurusan Ekonomi Pembangunan

Dr. Neli Aida, S.E., M.Si.
NIP 19631215 198903 2 002

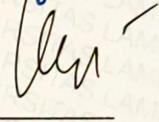
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

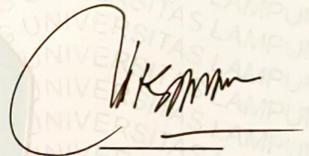
Ketua : **Dr. Heru Wahyudi, S.E., M.Si.**



Penguji I : **Moneyzar Usman, S.E., M.Si.**



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



Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis

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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **11 Agustus 2023**

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan 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 Agustus 2023



[Handwritten Signature]
Amalina Salsabila Nur Amalina

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Ikramina Salsabila Nur Amalina. Penulis dilahirkan di Surakarta, Jawa Tengah pada 28 Maret 2001 sebagai anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Kotot Dewanto, S.E. dan Ibunda Yuni Ratnawati, S.Pd.

Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2005 di Taman Kanak-kanak (TK) Harapan II Jakarta Timur. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri (SDN) Malaka Sari 14 Pagi Jakarta Timur pada tahun 2007 dan selesai pada tahun 2013. Pada jenjang selanjutnya, penulis menempuh pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 213 Jakarta Timur pada tahun 2013 dan selesai pada tahun 2016. Selanjutnya pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Akhir Islam Terpadu (SMAIT) AL- HALIMIYAH Jakarta Timur dan selesai pada tahun 2019.

Pada tahun 2019, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis ikut serta dalam berorganisasi di tingkat fakultas seperti *Economic and Business Entrepreneur Club* (EBEC) FEB UNILA sebagai Staff Bidang 1 Penelitian dan Pengembangan Profesi pada tahun 2021,

dan pada tahun 2022 penulis menjabat sebagai Bendahara Umum Himpunan Mahasiswa Ekonomi Pembangunan (HIMEPA). Pada tahun 2021, penulis telah mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Klender, Jakarta Timur .

MOTTO

“Pengalaman Tanpa Teori Itu Buta, Tetapi Teori Tanpa Pengalaman Hanyalah
Sebuah Permainan Kecerdasan”

(Immanuel Kant)

“Janganlah Kamu Bersikap Lemah dan Janganlah Pula Kamu Bersedih Hati,
Padahal Kamulah Orang yang Paling Tinggi Derajatnya, Jika Kamu Orang yang
Beriman”

(Q.S. Al – Imron [3]:139)

“Tidak peduli seberapa buruknya dirimu dimasa lalu, masa depan menantimu
untuk menjadi dirimu yang lebih baik”

(Ikramina Salsabila Nur Amalina)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alaamiin

Dengan segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala nikmat dan rahmat yang telah diberikan, ku persembahkan karya tulis ini kepada : Diriku yang begitu hebat dan kuat hingga bisa sampai pada titik ini.

Terkhusus untuk kedua orang tuaku yang sangat aku cintai, sayangi, dan hormati,

Bapak Kotot Dewanto dan Ibu Yuni Ratnawati

Terima kasih telah membimbing dan merawat anak perempuanmu dengan penuh rasa kasih sayang, selalu meluangkan waktu dalam momen-momen terpenting yang ada di hidupku, selalu memotivasi dan memberikan dukungan moril maupun materi, selalu mendoakan kesuksesan dalam setiap langkahku. Terima kasih untuk segala pengorbanan dan semua hal yang telah engkau lakukan untuk diriku.

Teruntuk keluarga, sahabat, dan teman-teman seperjuangan serta semua pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini, terima kasih selalu ada disisi penulis, serta dukungan dan do'a yang terus mengalir, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini, tanpa dukungan dan do'a kalian penulis tidak akan kuat untuk sampai di titik ini.

Teruntuk Dosen Jurusan Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung yang telah memberikan bimbingan serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis.

Dan tidak lupa untuk almamater tercinta Jurusan Ekonomi Pembangunan,
Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung

SANWACANA

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**PENGARUH GDP PER KAPITA, KONSUMSI ENERGI, DAN NILAI TAMBAH INDUSTRI TERHADAP EMISI KARBON DIOKSIDA DI INDONESIA TAHUN 1992-2021**” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ekonomi di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung.

Dalam menyelesaikan skripsi ini penulis banyak mendapat masukan, bantuan, dorongan, saran, dan bimbingan serta kritik dari berbagai pihak. Maka dengan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak 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 Universitas Lampung dan juga selaku dosen pembimbing akademik.
3. Ibu Ukhti Ciptawaty, S.E., M.Si selaku Sekretaris Jurusan Ekonomi Pembangunan Universitas Lampung dan juga selaku dosen pembimbing II yang selalu senantiasa menyempatkan waktu kapan pun penulis membutuhkan masukan. Dan dengan penuh kesabaran serta ketulusan hati selalu siap memberikan arahan, bimbingan, dan ilmu yang bermanfaat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Heru Wahyudi, S.E., M.Si selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan setulus hati memberikan arahan, masukan, serta ilmu yang bermanfaat bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Bapak Dr. I Wayan Suparta, S.E., M.Si selaku dosen pembahas pada seminar proposal yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat dalam penulisan skripsi ini.
6. Bapak Moneyzar Usman, S.E., M.Si selaku dosen pembahas dan sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat dalam penulisan skripsi ini.
7. Bapak Arif Darmawan, S.E., M.A selaku dosen pembahas pada seminar proposal yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat dalam penulisan skripsi ini.
8. Ibu Resha Moniyana Putri, S.E., M.Si selaku dosen pembahas pada seminar hasil yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat dalam penulisan skripsi ini.
9. Seluruh dosen Jurusan Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung yang telah banyak memberikan ilmu dan pembelajaran kepada penulis selama masa perkuliahan.
10. Seluruh staff dan pegawai Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung yang telah banyak membantu penulis selama masa perkuliahan.
11. Yang aku cintai dan sayangi Bapak Kotot Dewanto, dan Ibunda Yuni Ratnawati. Kedua orang tuaku yang paling hebat dan tangguh yang selalu mencurahkan dukungan dan do'a disetiap perjalananku. Terima kasih atas segala usaha dan pengorbanan yang telah diberikan untuk mendukung penulis, telah dengan sepenuh hati dan kasih sayang membesarkan, melindungi, dan merawat penulis. Semoga dikemudian hari penulis dapat menjadi anak yang membanggakan dan selalu menjadi anak tercinta bagi bapak dan ibunda.
12. Teruntuk eyang kakung dan eyang utiku, Hi. Besar Kartono (Alm) dan Hj. Siti Maryah (Almh.) yang sudah sangat mencintai dan menyayangi saya sejak kecil. Terima kasih atas kasih sayang, kesabaran, perhatian, dukungan dan didikan yang sudah diberikan selama ini kepada penulis. Penulis berharap meski eyang kakung

dan eyang uti tidak ada disisi penulis saat penyusunan skripsi ini, namun penulis berharap dapat menjadi cucu yang membanggakan dan membawa kebahagiaan dalam keluarga besar.

13. Kakak-kakakku Annisa Faradita, Taufik Nur Rahmat, Annurliza Mahditiara, Maula Al- Farisi dan adik-adikku tercinta Arif Nur Listanto, Hanif Nur Adyatma, Nabila Nur Listanti, dan Rahma Annisa yang sudah menjadi tempat bertukar pikiran dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
14. Seluruh Keluarga Besar Hi. Besar Kartono dan Djambari Sudjipto yang sudah memberikan dukungan, masukan, kasih sayang, perhatian, kesabarannya kepada penulis;
15. Almameter tercinta, Universitas Lampung, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengenyam pendidikan.
16. Sahabat-sahabat SMA ku yang selalu menunggu dan menyempatkan waktu untuk bertemu dengan penulis setiap kali kembali ke Jakarta yaitu Annastasya Putri, Bethari Aulia, Calista Oktaviati, Muthi Hanina Inayati, Salsabila Meirani Usodo, Syifa Fauziah, dan Zafira Shafa Octovi.
17. Sahabat seperjuanganku selama masa perkuliahan hingga kelulusan ini (PERI GUD PERI WELL) Aliffia Novrima Giana, Annisa Fitria, Fitri Seftiyati, dan Rr. Halimatu Hanna. Terima kasih karena selalu siap membantu dan mendengarkan kerandoman penulis dalam menjalani kehidupan perkuliahan.
18. Teman-teman (Marga Alam) Nova Elia, Anggi Puspitasari, Desy Ratnasari, Diah Intan, Elsa Fika, Melling Malida, Rilly Yunita, Cici Mayuza, Rio Kurniawan, Hans Adinata, Muhammad Farrel, Manda Bagaskara. Terima kasih karena selalu siap membantu khususnya pada awal perkuliahan hingga saat ini.
19. Presidium Himepa 2022 Yazid, Almer, Rara, Syafa, Silva, Salma, Alif, Ricky, Tharid, Andini, Fadli, Verdi, Fini, Mamad. Terima kasih telah membantu penulis berproses dalam organisasi selama satu tahun periode kepengurusan.

20. Terima kasih kepada kak Priska Diana yang telah menjadi tempat bertukar pikiran dan selalu dengan sabar menanggapi kerandoman penulis.

21. Terima kasih kepada berbagai pihak yang telah ikut serta membantu dan memberikan kontribusi dalam penulisan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna pada penulisan skripsi ini. Untuk itu, Penulis berharap segala kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap, penelitian yang dilakukan dan penyusunan skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada para pembaca. Terima kasih banyak kepada seluruh pihak yang sudah memberikan dukungan, bimbingan, saran, dan masukkannya kepada penulis dan mendapatkan balasan dari Allah SWT.

Bandar Lampung, 08 Agustus 2023

Penulis,

Ikramina Salsabila Nur Amalina

DAFTAR ISI

	halaman
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	11
C. Tujuan Penelitian	11
D. Manfaat Penelitian	12
II. TINJAUAN PUSTAKA	13
A. Tinjauan Teoritis	13
1. Peran Pemerintah	13
2. Ekonomi Hijau	14
3. Ekonomi Biru	15
4. Ekonomi Lingkungan.....	16
5. Pencemaran Udara	18
6. Pertumbuhan Ekonomi.....	20
7. Eksternalitas	24
8. Konsumsi Energi.....	25
9. Industri	26
10. Hubungan GDP Per Kapita Terhadap Emisi Karbondioksida	28
11. Hubungan Konsumsi Energi Terhadap Emisi Karbondioksida	28
12. Hubungan Nilai Tambah Industri Terhadap Emisi Karbondioksida	29
B. Penelitian Terdahulu	29
C. Kerangka Penelitian	33
D. Hipotesis Penelitian.....	35
III. METODE PENELITIAN	36
A. Jenis dan Sumber Data	36
B. Definisi Operasional Variabel.....	36
C. Spesifikasi Model.....	38
D. Metode dan Model Analisis	41
E. Tahapan Analisis Data	43
1. Analisis Data	43

a.	Uji Stasioner.....	43
b.	Uji Kointegrasi.....	44
2.	<i>Error Correction Model</i>	44
3.	Uji Asumsi Klasik.....	45
a.	Uji Normalitas.....	45
b.	Uji Multikolinieritas.....	45
c.	Uji Autkorelasi.....	46
d.	Uji Heterokedastis.....	46
e.	Uji Stabilitas Model.....	47
4.	Pengujian Hipotesis.....	47
a.	Uji t.....	47
b.	Uji F.....	48
c.	Koefisien Determinasi (R^2).....	48
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	50
A.	Hasil Pengolahan Data.....	50
1.	Hasil Estimasi Pengaruh GDP Per Kapita, Konsumsi Energi dan Nilai Tambah Industri Terhadap Emisi Karbon Dioksida.....	50
a.	Uji Stasioneritas.....	50
b.	Uji Kointegrasi.....	51
c.	Hasil Regresi <i>Error Correction Model</i> (ECM).....	53
d.	Uji Asumsi Klasik.....	55
e.	Uji Hipotesis.....	58
2.	Hasil Estimasi <i>Environmental Kuznets Curve</i> (EKC).....	63
a.	Uji Stasioneritas.....	63
b.	Uji Kointegrasi.....	64
c.	Hasil Pengujian Hipotesis EKC Menggunakan Metode ECM.....	66
d.	Uji Hipotesis.....	68
B.	Pembahasan.....	71
1.	Interpretasi Hasil Penelitian.....	71
2.	Keterkaitan Hasil Penelitian.....	73
a)	Pengaruh GDP Per Kapita Terhadap Emisi Karbondioksida.....	73
b)	Pengaruh Konsumsi Energi Terhadap Emisi Karbondioksida.....	75
c)	Pengaruh Nilai Tambah Industri Terhadap Emisi Karbondioksida....	78
d)	Hipotesis <i>Environmental Kuznets Curve</i> di Indonesia.....	80
V.	SIMPULAN DAN SARAN.....	85
A.	Simpulan.....	85
B.	Saran.....	86
	DAFTAR PUSTAKA.....	87
	LAMPIRAN.....	94

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kajian Penelitian Terdahulu.....	30
2. Definisi Operasional Variabel.....	37
3. Hasil Uji Stasioner Pada Tingkat Level	50
4. Hasil Uji Stasioner Pada Tingkat First Difference	51
5. Hasil Regresi Jangka Panjang	52
6. Hasil Uji Kointegrasi Metode EG Pada Tingkat Level	53
7. Hasil Uji <i>Error Correction Model</i>	54
8. Hasil Uji Multikolinieritas	56
9. Hasil Uji Autokorelasi.....	56
10. Hasil Uji Heterokedastisitas	57
11. Pengaruh Variabel Bebas Terhadap Variabel Terikat dalam Jangka Pendek	59
12. Pengaruh Variabel Bebas Terhadap Variabel Terikat dalam Jangka Panjang	60
13. Hasil Uji Simultan Jangka Pendek	61
14. Hasil Uji Simultan Jangka Panjang	62
15. Hasil Uji Stasioner EKC Tingkat Level	63
16. Hasil Uji Stasioner EKC Tingkat First Difference.....	64

17. Hasil Uji Estimasi EKC Jangka Panjang	65
18. Hasil Uji Kointegrasi EKC.....	65
19. Hasil Pengujian Hipotesis EKC Jangka Pendek	66
20. Pengaruh Variabel Bebas Terhadap Variabel Terikat pada Jangka Pendek dalam Pengujian Hipotesis EKC.....	68
21. Pengaruh Variabel Bebas Terhadap Variabel Terikat pada Jangka Panjang dalam Pengujian Hipotesis EKC.....	69
22. Hasil Uji Simultan EKC Jangka Pendek.....	70
23. Hasil Uji Simultan EKC Jangka Panjang.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Emisi Karbondioksida di Indonesia	2
2. Pertumbuhan Ekonomi Indonesia	4
3. Nilai Tambah Industri	6
4. Konsumsi Energi Indonesia	8
5. Tahapan <i>Environmental Kuznets Curve</i>	23
6. Kerangka Pemikiran Peneliti.....	35
7. Uji Normalitas.....	55
8. Uji Stabilitas Model	58
9. Perkembangan GDP Per Kapita dan Emisi Karbondioksida	74
10. Perkembangan Konsumsi Energi dan Emisi Karbondioksida.....	75
11. Perkembangan Nilai Tambah Industri dan Emisi Karbondioksida	79
12. <i>Environmental Kuznets Curve</i> Jangka Panjang	80
13. Perubahan Struktur Ekonomi Indonesia	81

BAB I

PENDAHULUAN

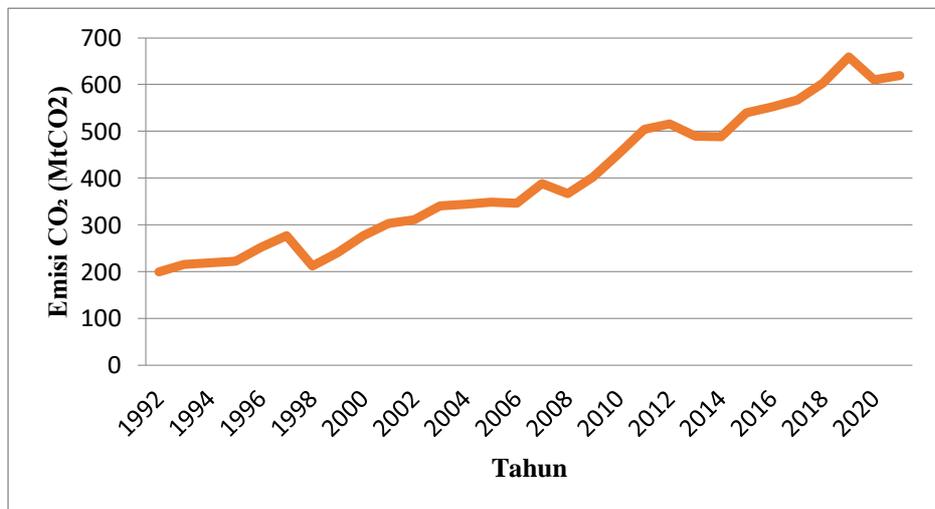
A. Latar Belakang

Perubahan iklim merupakan fenomena global yang diakibatkan oleh aktivitas manusia dalam penggunaan bahan bakar fosil dan penggunaan lahan hutan. Kegiatan tersebut merupakan sumber utama meningkatnya emisi karbondioksida yang berasal dari negara industri. Saat ini isu perubahan kualitas lingkungan telah menjadi perbincangan di seluruh dunia, perubahan kualitas lingkungan menjadi permasalahan yang kompleks yang dihadapi oleh seluruh umat manusia pada abad ini, permasalahan tersebut diperkirakan akan terus berlanjut hingga beberapa abad mendatang. Isu tersebut mendorong kesadaran dari berbagai pihak melalui pemikiran dan aksi global seperti Deklarasi Stockholm (1972), Protokol Montreal (1987), KTT Bumi Rio (1992), Protokol Kyoto (1997), *Bali Action Plan* (2007), dan *Paris Agreement* (2015). Data *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* menyebutkan bahwa pada tahun 1906-2005 suhu permukaan global meningkat sebesar 0,74 [0,56-0,92] derajat celcius (IPCC, 2014). Hasil kajian dari IPCC juga menyatakan bahwa pada tahun 2011-2020 suhu permukaan global meningkat sebesar 1,09 [0,95-1,20] derajat celcius, peningkatan suhu tersebut disebabkan oleh pemanasan global yang terjadi sejak tahun 2003-2012 yang meningkat sebesar 0,19 [0,16-0,22] derajat celcius (IPCC, 2021).

Menurut *World Meteorological Organization (WMO)*, emisi karbon dioksida (CO₂) merupakan penyebab utama terjadinya pemanasan global (WMO, 2018). Emisi karbon dioksida (CO₂) meningkat drastis dalam beberapa tahun terakhir, yang disebabkan meningkatnya aktivitas manusia dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi, terutama dalam penggunaan konsumsi bahan bakar fosil seperti minyak dan gas, kegiatan manufaktur, transportasi, konsumsi barang dan jasa. Menurut WMO (2018) pada tahun 2010-2019 suhu rata-rata

global semakin meningkat setiap tahunnya, pada tahun 2017 rata-rata konsentrasi emisi karbondioksida di dunia mencapai $405,5 \pm 0,1$ PPM (*Part per Million*) dan pada tahun 2018 meningkat menjadi $407,8 \pm 0,1$ PPM (*Part per Million*). Hasil kajian dari WMO juga menyatakan bahwa pada tahun 2020 emisi karbondioksida di dunia mencapai $413,2 \pm 0,2$ PPM (WMO, 2021).

Berdasarkan *research* yang dilakukan oleh *World Research Institute (WRI)* Indonesia merupakan negara kelima penyumbang emisi karbondioksida terbesar di dunia setelah Brazil, Tiongkok, Uni Eropa, dan India (WRI, 2016). Berdasarkan data yang diperoleh dari laporan *Statistical Review of World Energy* Tahun 2019 yang diterbitkan oleh *British Petroleum*, menyatakan bahwa selama tujuh tahun emisi karbon yang berasal dari konsumsi energi meningkat sebesar 2,0 persen. Hal ini disebabkan konsumsi energi primer global meningkat sebesar 2,9 persen pada tahun 2018 (British Petroleum Company, 2019). Adapun tingkat emisi karbondioksida di Indonesia sebagai berikut:



Sumber: Data diolah (*Global Carbon Atlas, 2021*)

Gambar 1 Emisi Karbondioksida Indonesia Tahun 1992-2021

Berdasarkan gambar diatas pada tahun 1992-1997 tingkat emisi karbondioksida di Indonesia cenderung meningkat yang disebabkan oleh kerusakan hutan akibat penebangan hutan di Indonesia yang mencapai sebesar

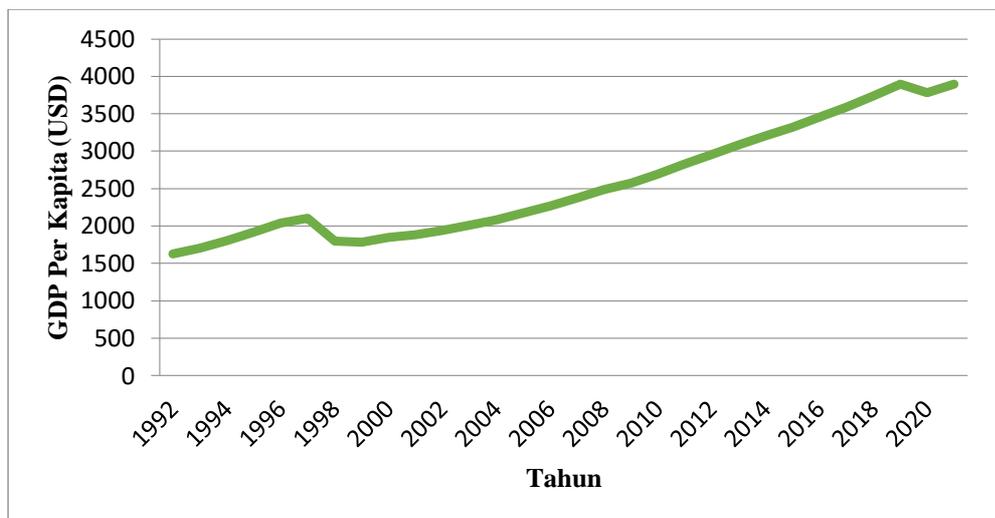
2,2 juta per tahun (FWI, 2001). Tingkat emisi karbondioksida tertinggi terjadi pada tahun 2019 sebesar 659.4357 metrik ton yang disebabkan oleh penggunaan konsumsi energi primer yang meningkat. Namun pada tahun 2020 tingkat emisi karbondioksida di Indonesia mengalami penurunan dari tahun 2019. Penurunan ini terjadi sebagai akibat dari adanya pandemi covid-19 yang mengurangi mobilitas masyarakat, serta sektor industri dan komersil.

Apabila ditinjau dari perspektif teori ekonomi, perubahan iklim terjadi karena pemanasan global yang disebabkan oleh emisi gas rumah kaca merupakan eksternalitas negatif sebagai akibat dari aktivitas ekonomi suatu negara (Dosch, 2010). Aktivitas ekonomi yang dilakukan oleh suatu negara dalam proses produksi dan konsumsi akan menghasilkan limbah. Limbah tersebut merupakan eksternalitas negatif, karena menghasilkan dampak negatif yang menimbulkan kerusakan lingkungan, namun tidak diperhitungkan sebagai komponen biaya bagi produsen maupun konsumen yang menimbulkan emisi karbondioksida. Mekanisme pasar dianggap gagal karena tidak memperhitungkan kerugian tersebut dan tidak membebankannya kepada para pelaku penghasil emisi (Dosch, 2010).

Aktivitas ekonomi yang dilakukan suatu negara akan menghasilkan output yang digambarkan sebagai *Gross Domestic Product (GDP)* yang sering digunakan sebagai indikator pembangunan di suatu negara. GDP dapat dikatakan mengalami Pertumbuhan apabila jumlah permintaan total barang dan jasa selama periode tertentu lebih banyak dibandingkan periode sebelumnya. Pertumbuhan persentase GDP tahunan ini yang kemudian digunakan sebagai indikator Pertumbuhan ekonomi suatu negara (Firdaus, 2017). Pertumbuhan ekonomi merupakan proses meningkatnya output perkapita dalam jangka panjang untuk menghasilkan barang dan jasa, yang diikuti dengan meningkatnya daya beli masyarakat. Menurut Kuznets (1955) mendefinisikan pertumbuhan ekonomi sebagai proses meningkatnya kemampuan suatu negara dalam penyediaan barang-barang ekonomi bagi penduduknya, yang disebabkan oleh semakin berkembangnya teknologi,

kelembagaan, serta penyesuaian ideologi yang dibutuhkan.

Pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu indikator untuk melihat seberapa besar keberhasilan suatu negara dalam bidang perekonomian. Pertumbuhan ekonomi melihat bagaimana aktivitas ekonomi berpengaruh terhadap peningkatan pendapatan masyarakat di suatu negara dalam periode tertentu. Selain itu pertumbuhan ekonomi juga menggambarkan bagaimana suatu negara mampu menyediakan barang dan jasa untuk memenuhi permintaan rumah tangga, perusahaan, dan pemerintah (Indraswari, 2016). Dalam beberapa penelitian menyatakan bahwa terdapat hubungan antara pertumbuhan ekonomi terhadap degradasi kualitas lingkungan, seperti penelitian yang dilakukan oleh Sarkodie and Ozturk (2020) yang mengungkapkan bahwa pertumbuhan ekonomi dapat meningkatkan emisi karbondioksida. Berikut merupakan pertumbuhan ekonomi Indonesia pada tahun 1992-2021 :



Sumber: Data diolah (world bank, 2021)

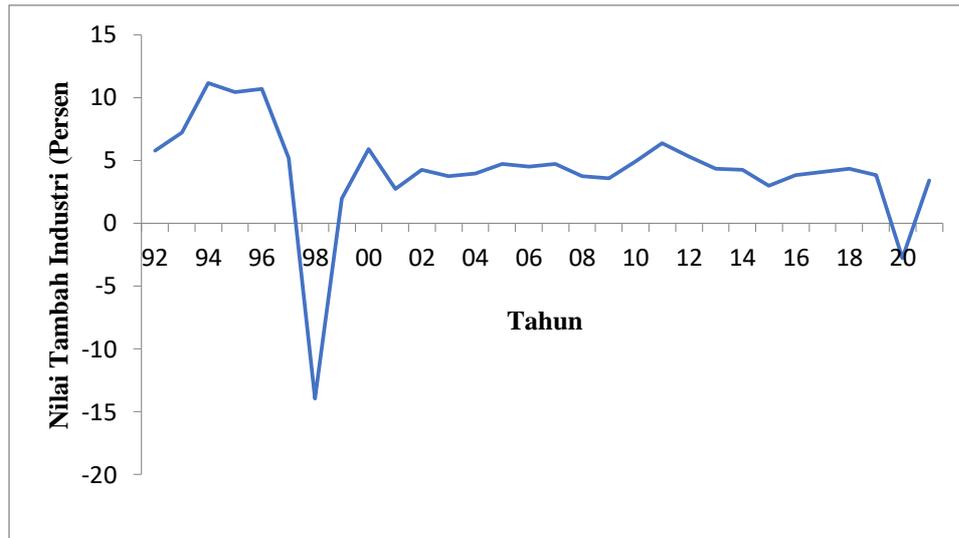
Gambar 2 GDP Per Kapita (Constant US\$) Negara Indonesia Tahun 1992-2021

Berdasarkan gambar di atas, dapat terlihat bahwa GDP Per Kapita negara Indonesia pada tahun 1992-1997 mengalami pertumbuhan yang positif. Namun pada tahun 1998 GDP Per Kapita Indonesia mencapai kondisi terendah dengan pertumbuhan negatif sebesar -13,13%. Penurunan ini

disebabkan adanya krisis ekonomi yang mengakibatkan menurunnya nilai tukar rupiah terhadap dollar Amerika, melemahnya nilai tukar rupiah yang menyebabkan penurunan tingkat pendapatan riil. Pada tahun 2020 GDP Per Kapita Indonesia kembali mengalami penurunan sebesar 4,8% yang disebabkan menurunnya aktivitas perekonomian sebagai akibat dari pandemi covid-19. Aktivitas perekonomian yang menurun menyebabkan penurunan laju ekspor dan investasi. Selain itu penurunan pertumbuhan ekonomi menuju resesi global dan perang dagang yang terjadi antara Amerika Serikat dan Tiongkok.

Salah satu pendekatan yang digunakan untuk mengkaji permasalahan antara perekonomian dengan degradasi lingkungan adalah hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC). Hipotesis tersebut memperlihatkan bagaimana perekonomian berkontribusi terhadap Emisi atau polusi yang lebih tinggi, namun meningkatnya perekonomian yang lebih lanjut akan menurunkan Emisi. Hal ini disebabkan oleh adanya kemajuan teknologi dan pergeseran aktivitas ekonomi ke sektor jasa (Grossman and Krueger, 1995)

Pertumbuhan ekonomi mencerminkan adanya peningkatan aktivitas ekonomi yang dilakukan oleh masyarakat Indonesia. Peningkatan aktivitas ekonomi akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi yang akan menurunkan kualitas lingkungan yang ditandai dengan meningkatnya emisi karbondioksida (Managi dan Kaneko, 2015). Penggunaan sumber daya dalam proses produksi yang dilakukan oleh industri menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan. Hal tersebut didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Brahmairene and Lee (2017) yang mengungkapkan bahwa industrialisasi berkontribusi terhadap emisi karbondioksida. Berikut merupakan pertumbuhan penduduk Indonesia :



Sumber: Data diolah (World Bank, 2021)

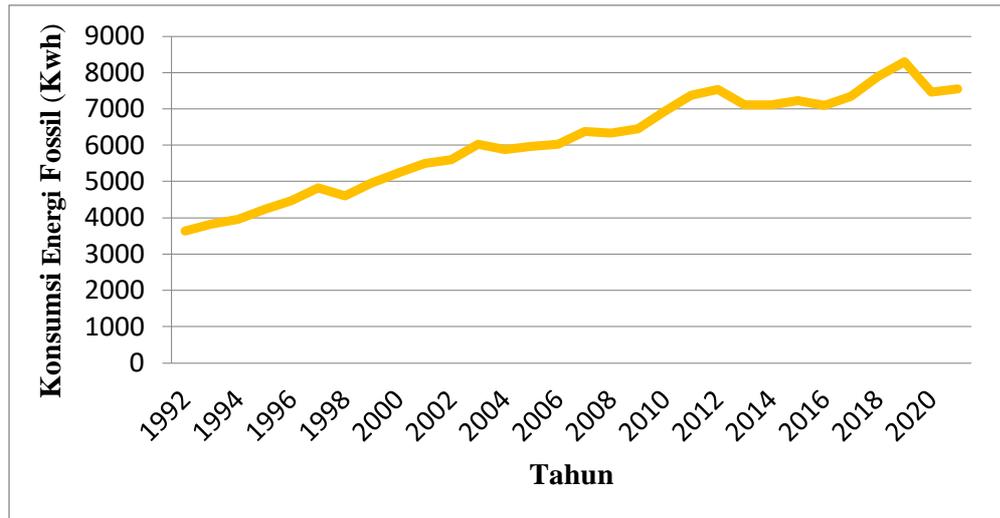
Gambar 3 Nilai Tambah Industri Indonesia Tahun 1992-2021

Berdasarkan gambar 3 dapat terlihat bahwa Pertumbuhan nilai tambah industri pada tahun 1992-1997 mengalami perkembangan yang cukup fluktuatif, namun pada tahun 1998 industri mengalami penurunan yang disebabkan krisis ekonomi global dimana proses produksi menjadi terhambat dan mengalami penurunan, akibatnya industri bekerja tidak optimal. Sejak terjadinya penurunan industri pada tahun 1998, sektor industri kembali mengalami peningkatan. Menurut kementerian industri pada tahun 2017 Indonesia termasuk dalam lima besar negara dunia yang sektor industrinya berkontribusi tinggi sebesar 20 persen.

Pertumbuhan ekonomi suatu negara yang semakin meningkat pesat pada dasarnya diikuti dengan adanya kerusakan lingkungan. Peningkatan produksi barang dan jasa untuk memenuhi dan menjangkau kebutuhan masyarakat secara global yang memerlukan sumber daya alam dan kemajuan teknologi menyebabkan adanya kerusakan lingkungan, seperti meningkatnya emisi karbondioksida yang ditimbulkan dalam memproduksi suatu barang dan jasa. Menurut (Napitupulu, 2012) emisi karbon 80 persen berasal dari aktivitas perekonomian yang membutuhkan teknologi dan energi, seperti transportasi, industri, dan konsumsi bahan bakar fosil. Sementara 20 persen emisi karbon berasal dari aktivitas rumah tangga.

Penggunaan energi merupakan salah satu komponen pendorong pertumbuhan ekonomi Indonesia. Penduduk Indonesia memiliki ketergantungan terhadap konsumsi bahan bakar fosil secara berlebih yang menimbulkan kurangnya aspek berkelanjutan dalam sistem pemanfaatan energi yang diterapkan oleh pemerintah Indonesia. Konsumsi dan energi merupakan dua hal yang saling berkaitan. Energi bersifat kompleks dan dinamis dalam pergerakan perekonomian, yang digunakan baik dalam sektor rumah tangga maupun sektor industri. Selain itu penggunaan energi merupakan sarana untuk menggerakkan industrialisasi dalam perekonomian, serta menjadi sarana akumulasi modal pembangunan baik bersifat komplementer maupun substitusi yang digunakan dalam menghasilkan output dalam perekonomian. Konsumsi energi yang semakin besar, terutama penggunaan bahan bakar fosil menyebabkan emisi karbondioksida semakin meningkat dan menjadi penyebab utama terjadinya pemanasan global (Ozturk and Acaravci, 2010).

Pertumbuhan konsumsi energi di dominasi oleh minyak dan gas bumi yang berkontribusi lebih dari 40 persen. Negara Indonesia merupakan negara dengan konsumsi energi terbesar di kawasan Asia Tenggara dan urutan kelima di Asia Pasifik setelah China, India, Jepang dan Korea Selatan (BPPT, 2018). Dalam beberapa penelitian mengungkapkan bahwa terdapat hubungan antara konsumsi energi terhadap peningkatan emisi karbondioksida, seperti penelitian yang dilakukan oleh Osobajo *et al* (2020) mengungkapkan bahwa terdapat hubungan jangka panjang antara pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi terhadap emisi karbondioksida. Adapun tingkat konsumsi energi fosil di Indonesia sebagai berikut :



Sumber: Data diolah (Our World in Data, 2021)

Gambar 4 Konsumsi Energi Primer Indonesia Tahun 1992-2021

Berdasarkan gambar 4 dapat diketahui bahwa konsumsi energi primer di Indonesia cenderung meningkat hal ini disebabkan meningkatnya permintaan terhadap energi primer yang di dominasi oleh konsumsi bahan bakar minyak. Selama tahun 2004 hingga 2014, konsumsi energi primer Indonesia meningkat dari 127 TOE menjadi 155 juta TOE atau tumbuh sebesar 5,4% per tahun (Outlook Energi Indonesia, 2015). Total konsumsi energi final (tanpa biomassa tradisional) tahun 2018 mencapai 114 MTOE yang di dominasi oleh sektor transportasi sebesar 40%, industri 36%, rumah tangga 16%, komersil dan sektor lainnya masing-masing 6% dan 2% (Outlook Energi Indonesia, 2019).

Isu perubahan kualitas lingkungan yang kompleks dan dilematis mendorong kesadaran dari berbagai pihak melalui pemikiran dan aksi global seperti KTT Bumi Rio yang diselenggarakan di Rio de Janeiro, Brazil pada tahun 1992 yang dihadiri oleh 172 negara. KTT Bumi Rio merupakan konferensi yang diadakan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) yang membahas isu terkait lingkungan dan pembangunan (Yaniarsi, 2019). KTT Bumi Rio menghasilkan agenda 21 yang merupakan program aksi dunia untuk pembangunan berkelanjutan yang disepakati oleh 178 negara termasuk Indonesia (Fadli,

2022). Agenda 21 terdiri atas empat bagian antara lain :

- 1) Pembangunan ekonomi dan sosial yang meliputi pengentasan kemiskinan, perubahan pola konsumsi, dinamika demografi, isu kesehatan, pembangunan pemukiman, dan keterpaduan lingkungan dalam mengambil keputusan.
- 2) Konservasi dan pengelolaan sumber daya untuk pembangunan meliputi pengelolaan sumber keuangan untuk program perlindungan atmosfer, pengelolaan tanah, pencegahan penggundulan hutan, pengelolaan ekosistem yang rentan.
- 3) Penguatan peran kelompok utama, mencakup peran anak-anak dan remaja, perempuan, otoritas lokal, bisnis dan industri, serta penguatan peran masyarakat adat.
- 4) Pengembangan sarana implementasi, meliputi ilmu pengetahuan, transfer teknologi, lembaga pendidikan internasional, dan mekanisme keuangan.

Selain KTT Bumi Rio (1992), Protokol Kyoto (1997), *Bali Action Plan* (2007), dan *Paris Agreement* (2015) merupakan suatu kerjasama antara negara terkait dalam menanggulangi masalah degradasi lingkungan yang semakin memburuk. Pada tahun 2007 diselenggarakan COP-13, di Bali yang telah menghasilkan keputusan terkait pengurangan emisi dan deforestasi di negara berkembang, keputusan ini dituangkan dalam *Bali Action Plan* (Pramudianto, 2016). Setelah COP-13 dilaksanakan, pada tahun 2015 menindaklanjuti kerangka kerja PBB terkait penanggulangan perubahan iklim dilaksanakan *Paris Agreement* yang merupakan kesepakatan antar negara di dunia dalam mengatasi masalah perubahan iklim dan penurunan emisi dengan tujuan memperkuat respon global terhadap ancaman perubahan iklim melalui pembangunan ekonomi yang berkelanjutan (Yuliantini and Suwanto, 2022).

KTT Bumi Rio, Protokol Kyoto, *Bali Action Plan*, dan *Paris Agreement* merupakan bentuk nyata bahwa dunia sepakat untuk mengurangi emisi yang

menyebabkan kualitas lingkungan menurun oleh karena itu Indonesia harus melakukan hal yang sama, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah menerapkan ekonomi hijau atau pembangunan rendah karbon sebagai strategi baru pembangunan berwawasan lingkungan.

Ekonomi hijau pertama kali disebut dalam publikasi *paper* oleh *The British Department for Trade and Industry*, dengan judul “*Our Energy Future – Creating a Low Carbon Economy*”. Istilah tersebut mengacu pada konsep ekonomi hijau berdasarkan konsumsi energi yang rendah dan populasi yang rendah (ESDM, 2021). Untuk mewujudkan ekonomi rendah karbon dibutuhkan perubahan dalam proses produksi dan pola konsumsi serta pengembangan produk dan teknologi rekayasa yang menghasilkan tingkat emisi karbon yang lebih rendah selama prosesnya, mulai dari produksi, konsumsi, dan limbah yang dihasilkan (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Indonesia, 2022).

Indonesia menerapkan strategi *Net Zero Emission* sebagai upaya mewujudkan pembangunan rendah karbon. *Net Zero Emission* merupakan pemotongan emisi gas rumah kaca sedekat mungkin dengan nol yang mana emisi yang tersisa di atmosfer masih dapat diserap kembali oleh alam (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Indonesia, 2022). Dalam mencapai target *Net Zero Emission* pemerintah Indonesia menerapkan lima prinsip utama, yaitu peningkatan penggunaan energi terbarukan, pengurangan energi fosil, penggunaan kendaraan listrik dalam sektor transportasi, peningkatan pemanfaatan listrik oleh rumah tangga dan industri, serta pemanfaatan *Carbon Capture and Storage* (ESDM, 2021).

Namun upaya pemerintah dalam mewujudkan strategi *Net Zero Emission* menghadapi tantangan yaitu ketergantungan terhadap energi fosil dan rendahnya kepedulian masyarakat akan pentingnya kualitas lingkungan yang baik, selain itu adanya kontraksi antara peningkatan perekonomian terhadap kualitas lingkungan, dimana GDP Per Kapita Indonesia pada tahun 1992-2021

cenderung meningkat akan tetapi Emisi Karbondioksida di Indonesia masih tinggi. Dengan demikian masih terdapat kesenjangan antara teori dan kenyataan yang terjadi di lapangan. Hal ini yang melatar belakangi peneliti mengambil isu tersebut untuk diteliti, dengan judul **“Pengaruh GDP Per Kapita, Konsumsi Energi, dan Nilai Tambah Industri Terhadap Emisi Karbondioksida di Indonesia Tahun 1992-2021”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang terdapat dalam latar belakang di atas, maka penulisan rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh GDP Per Kapita terhadap Emisi Karbon dioksida di Indonesia secara parsial maupun simultan pada jangka panjang dan pendek?
2. Bagaimana pengaruh Konsumsi Energi Fossil terhadap Emisi Karbon dioksida di Indonesia secara parsial maupun simultan pada jangka panjang dan pendek?
3. Bagaimana pengaruh Nilai Tambah Industri terhadap Emisi Karbon dioksida di Indonesia secara parsial maupun simultan pada jangka panjang dan pendek?
4. Apakah hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC) secara teori terbukti dan berlaku di Indonesia baik dalam jangka panjang maupun jangka pendek?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang sudah dijabarkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menganalisis pengaruh GDP Per Kapita terhadap Emisi Karbon dioksida di Indonesia baik secara parsial maupun simultan pada jangka panjang dan pendek.

2. Untuk menganalisis pengaruh Konsumsi Energi Fossil terhadap Emisi Karbon dioksida di Indonesia baik secara parsial maupun simultan pada jangka panjang dan pendek.
3. Untuk menganalisis pengaruh Nilai Tambah Industri terhadap Emisi Karbon dioksida di Indonesia baik secara parsial maupun simultan pada jangka panjang dan pendek.
4. Untuk menganalisis kebenaran hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC) di Indonesia baik dalam jangka panjang maupun jangka pendek.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memperoleh gambaran mengenai pengaruh GDP Per Kapita terhadap emisi karbon dioksida di Indonesia. Sehingga diharapkan pemerintah Indonesia mampu menerapkan kebijakan pembangunan berkelanjutan dengan mempertimbangkan aspek lingkungan untuk mengurangi emisi karbondioksida di Indonesia.
- b. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memperoleh gambaran mengenai pengaruh Konsumsi Energi Fossil terhadap emisi karbon dioksida di Indonesia. Sehingga diharapkan pemerintah Indonesia mampu mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap Konsumsi energi fossil di Indonesia dengan menyediakan energi yang lebih ramah lingkungan.
- c. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memperoleh gambaran mengenai pengaruh Nilai Tambah Industri terhadap emisi karbondioksida. Sehingga diharapkan pemerintah Indonesia mampu meminimalisasi dampak kerusakan lingkungan dari adanya aktivitas industri manufaktur.
- d. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai kondisi perekonomian dan lingkungan di Indonesia sesuai dengan teori *Environmental Kuznets Curve* (EKC).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teoritis

1. Peran Pemerintah

Pemerintah memiliki kendali yang besar dalam pembangunan ekonomi suatu negara yang diimplementasikan melalui kebijakan yang berkaitan dengan sektor publik. Peran pemerintah dalam perekonomian modern meliputi pengarahan, perbaikan, serta mengatur aktivitas ekonomi yang dilakukan oleh sektor swasta, karena sektor swasta tidak mampu mengatasi semua permasalahan ekonomi yang terjadi. Sehingga dibutuhkan adanya peran pemerintah dalam mengatur aktivitas ekonomi. Menurut Mangkoesoebroto (2018) mengklasifikasikan peran pemerintah kedalam tiga golongan yaitu:

- a) Peran alokasi, dimana pemerintah akan selalu mengupayakan bagaimana penyediaan yang dilakukan terhadap sumber ekonomi dapat diperuntukkan dengan efisien.
- b) Peran distribusi, dalam hal pendapatan, pemerintah sebagai pemangku kebijakan dapat menetapkan kebijakan fiskal dan moneter sesuai dengan kondisi perekonomian negara agar distribusi pendapatan merata.
- c) Peran stabilitas, dimana ketika perekonomian mengalami guncangan pemerintah akan mengambil kebijakan untuk menstabilkan perekonomian.

Menurut Suarni (2015) fungsi pemerintah sebagai berikut:

- a) Fungsi alokasi, mencakup peran pemerintah dalam menyediakan kebutuhan barang dan jasa bagi masyarakat. Pemerintah memiliki hak untuk menetapkan peraturan perundang-undangan sesuai dengan yurisdiksinya. Regulasi tersebut dilakukan untuk menjamin sumber daya yang tersedia digunakan secara efektif guna menghasilkan barang dan jasa publik maupun swasta yang dibutuhkan oleh masyarakat.

- b) Fungsi distribusi, mencakup peran pemerintah dalam mendistribusikan pendapatan dan kekayaan secara merata. Jumlah pendapatan sangat dipengaruhi oleh kepemilikan faktor produksi (tenaga kerja, keahlian, modal).
- c) Fungsi stabilitas, mencakup upaya pemerintah dalam mengurangi dampak gangguan yang menghambat stabilitas ekonomi. Dalam hal ini pemerintah mengambil beberapa langkah atau kebijakan moneter, fiskal, dan lain-lain yang mampu mengurangi guncangan dalam perekonomian.
- d) Fungsi regulasi, dimana pemerintah berperan dalam mengatur perekonomian melalui kebijakan yang diatur dalam peraturan perundang-undangan. Tujuan peraturan perundang-undangan dalam implementasi kebijakan adalah untuk mengontrol sesuatu yang nyata guna mengatasi permasalahan sosial. Hal ini berarti bahwa peraturan perundang-undangan, baik dalam bentuk perubahan, penetapan, pencabutan, dan pengesahan selalu digunakan sebagai alat kebijakan.

2. Ekonomi Hijau (*Green Economy*)

Menurut *United Nations Environmental Programmer (UNEP)* menjelaskan bahwa ekonomi hijau merupakan aktivitas perekonomian yang tidak menghasilkan emisi dan polusi terhadap lingkungan atau rendah karbon (*low carbon economy*), penggunaan sumber daya alam yang efisien, dan inklusif secara sosial (UNEP, 2015). Ekonomi hijau bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui pertumbuhan ekonomi yang sejalan dengan pembangunan manusia dan kelestarian lingkungan hidup. Ekonomi hijau merupakan model yang didasarkan pada pengetahuan teknologikal ekonomi yang membahas kertegantungan masyarakat terhadap ekosistem alam dan akibat dari aktivitas ekonomi masyarakat terhadap perubahan lingkungan dan pemanasan global.

Berdasarkan UNEP (2015) menyatakan bahwa dalam penerapan ekonomi hijau dapat terjadi melalui :

- a) Peningkatan investasi *public* dan *private* di sektor hijau

- b) Peningkatan kualitas dan kuantitas lapangan kerja di sektor hijau
- c) Peningkatan GDP per kapita
- d) Efisiensi energi
- e) Penurunan konsumsi penghasil limbah
- f) Penurunan tingkat emisi karbondioksida dan polusi

3. Ekonomi Biru

Ekonomi biru pertama kali diperkenalkan oleh Gunter Pauli pada tahun 2010 dalam bukunya yang berjudul *The Blue Economy: 10 years-100 innovations-100 million jobs*. Menurut bank dunia ekonomi biru merupakan penggunaan sumber daya laut yang berwawasan lingkungan guna mendukung Pertumbuhan ekonomi, kesejahteraan, dan menjaga ekosistem laut (world bank). Komponen ekonomi biru berdasarkan world bank (2017) meliputi perikanan, pariwisata, transportasi laut, budidaya perairan, energi terbarukan lepas pantai, kegiatan ekstraktif laut, dan bioteknologi kelautan. Ekonomi biru merupakan model yang digunakan untuk memperbaiki aktivitas ekonomi yang saat ini berjalan kurang baik dan menciptakan lebih banyak aktivitas ekonomi dalam pembangunan berkelanjutan (Ilma, 2015).

Esensi dari ekonomi biru, yaitu efisiensi dalam pemanfaatan sumber daya alam serta tidak mengurangi namun harus tetap memperkaya sumber daya alam, energi didistribusikan secara efisien dan merata tanpa ekstraksi energi eksternal, dan peningkatan efisiensi penyaluran energi tanpa Emisi dan limbah untuk memenuhi kebutuhan dasar masyarakat. Ekonomi biru memfokuskan pada inovasi dan kreativitas yang meliputi variasi produksi, efisiensi sistem produksi, dan penataan sistem manajemen sumber daya (Fitria *et al.*, 2020). Konsep ekonomi biru dalam pembangunan berkelanjutan merupakan pengenalan teknologi yang lebih ramah lingkungan. Ekonomi biru juga menekankan prinsip *zero waste* hal ini dilakukan agar setiap sumber daya yang diambil dapat dimanfaatkan manusia secara optimal (Rusydy and Mansur, 2022).

4. Ekonomi Lingkungan

Menurut Munasinghe (1993) pertumbuhan yang melakukan efisiensi penggunaan energi dan memperhatikan aspek lingkungan mampu memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi dan akumulasi (Hardini, 2011). Ekonomi lingkungan merupakan ilmu yang mempelajari bagaimana aktivitas manusia dalam penggunaan sumber daya dengan memperhatikan aspek lingkungan yang dapat dipertahankan serta ditingkatkan penggunaannya dalam jangka panjang. Berdasarkan Undang-Undang Pengelolaan Lingkungan Hidup NO. 23 Tahun 1997 menjelaskan lingkungan hidup merupakan satu kesatuan sistem yang terdiri dari lingkungan sosial, lingkungan buatan, dan lingkungan alam, dimana kesatuan ini mampu memberikan jaminan yang berkelanjutan dan meningkatkan kualitas hidup.

Lingkungan memiliki peran utama sebagai sumber bahan mentah yang diolah menjadi barang jadi atau barang siap pakai. Meningkatnya kebutuhan masyarakat meningkatkan proses produksi yang memerlukan sumber daya alam. Hal ini menyebabkan sumber daya yang disediakan oleh alam menjadi semakin berkurang dan langka. Kemampuan alam untuk mengelola limbah juga semakin berkurang, yang disebabkan meningkatnya limbah akibat proses produksi yang harus ditampung lingkungan semakin berkurang, karena menipisnya sumber daya alam dan meningkatnya pencemaran (Suparmoko, 2000).

Instrument kebijakan publik mampu dijadikan sarana dalam meningkatkan kualitas lingkungan. Kebijakan fiskal mencakup fungsi penerimaan dan control. Hal tersebut selaras dengan kepedulian terhadap lingkungan, dimana pengendalian lingkungan hidup dapat lebih difokuskan dibandingkan tindakan manajemen risiko. Menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, mengharuskan pemerintah dan masyarakat menjalin hubungan yang erat dalam menjaga kelestarian lingkungan hidup. Peran pemerintah dalam pengelolaan sumber daya alam adalah: (1) mengatur dan membuat regulasi terkait pengelolaan lingkungan

hidup; (2) mengatur penyediaan, pengelolaan, penggunaan, pertuntukan lingkungan hidup serta pemanfaatan kembali sumber daya alam, termasuk sumber daya genetik; (3) mengatur kaitan hukum dan perilaku hukum antara individu dan/atau subjek hukum lainnya serta tindakan hukum terhadap sumber daya alam dan buatan, termasuk sumber daya genetik; (4) mengontrol aktivitas yang memiliki dampak sosial; dan (5) mengembangkan pendanaan sebagai upaya melestarikan lingkungan hidup berdasar hukum positif.

Kebijakan nasional dalam melestarikan lingkungan hidup yang mengacu pada nilai-nilai dasar dalam pelestarian lingkungan, sebagai berikut:

- a) Pelestarian lingkungan dilaksanakan sesuai dengan gagasan pembangunan berkelanjutan, dimana pembangunan mampu mencukupi kebutuhan dan cita-cita generasi dimasa sekarang dan masa yang akan datang. Kelestarian lingkungan, Pertumbuhan ekonomi, dan dinamisme sosial merupakan landasan pembangunan berkelanjutan dalam jangka panjang, menengah, dan jangka pendek.
- b) Pelestarian lingkungan harus dilakukan baik dalam jangka panjang, menengah, dan pendek demi kepentingan manusia. Dalam hal ini daya dukung lingkungan sangat diperhatikan dalam pembuatan kebijakan pembangunan.
- c) Generasi di masa yang akan datang harus memperhatikan penggunaan sumber daya alam tidak terbarukan. Sehingga perlu adanya pemanfaatan sumber daya alam terbarukan.
- d) Setiap warga negara wajib menjaga kelestarian lingkungan dan berhak atas lingkungan hidup yang sehat dan aman. Sehingga, setiap individu berhak atas informasi lingkungan yang akurat, komprehensif, dan terkini.
- e) Pencegahan lebih diutamakan dibandingkan upaya pemulihan serta penanggulangan dalam kelestarian lingkungan hidup
- f) Kualitas lingkungan ditetapkan berdasarkan fungsinya. Kerusakan dan pencemaran lingkungan harus dicegah, apabila ada pihak yang melakukan tindakan yang dapat menimbulkan pencemaran, maka pihak yang

bertanggung jawab harus mengambil tindakan pemulihan dan penanggulangan terhadap kerusakan lingkungan.

- g) Kelestarian lingkungan dilakukan dengan konsep pelestarian dengan pendekatan manajemen yang lain melalui sistem pertanggungjawaban.

5. Pencemaran Udara

a. Definisi Pencemaran Udara

Menurut Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara Pasal 1 ayat 1, Pencemaran udara merupakan masuk atau dimasukkannya zat, energy, dan komponen lain ke dalam udara yang disebabkan oleh proses alam atau kegiatan manusia, sehingga menyebabkan terjadinya penurunan kualitas udara ('Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999', 1999).

Menurut Siburian (2020) menyatakan pencemaran udara merupakan keadaan di mana terdapat substansi biologi, kimia, dan fisik yang ada di lapisan udara (atmosfer) yang jumlahnya dapat membahayakan manusia dan makhluk hidup lainnya yang ada di bumi. Pencemaran udara dapat terjadi akibat adanya proses pembakaran bahan bakar yang dilakukan manusia, yang artinya semua emisi yang dihasilkan dari aktivitas manusia yang dikeluarkan ke udara disebut pencemaran udara, hal ini disebabkan komposisi kimia di atmosfer berubah (Daly and Zannetti, 2007).

b. Sumber Pencemaran Udara

Menurut Siburian (2020) pencemaran dibagi menjadi dua golongan, yaitu:

- 1) Pencemaran primer, merupakan pencemar yang dihasilkan secara langsung dari sumber pencemaran udara.
- 2) Pencemaran sekunder, merupakan pencemaran yang terbentuk karena adanya reaksi dari pencemaran primer di atmosfer.

Menurut Soedomo (2001) berdasarkan proses terjadinya pencemaran udara terbagi menjadi dua, yaitu:

- 1) Alamiah (*Natural Sources*), merupakan sumber pencemaran udara yang terjadi akibat adanya aktivitas gunung berapi, kebakaran hutan, kegiatan mikroorganisme.
- 2) Aktivitas Manusia (*Anthropogenic Sources*), merupakan sumber pencemaran yang berasal dari aktivitas manusia, seperti:
 - a) Pembakaran Sampah, yang menghasilkan emisi berupa methane, gas, dan partikel seperti debu serta hidrokarbon.
 - b) Industri, yang berasal dari pembangkit listrik dan industri yang menggunakan bahan bakar, sehingga menghasilkan polusi berupa asap, sulfur oksida, dan pulusi lainnya.
 - c) Aktivitas rumah tangga, yang berasal dari proses pembakaran pengolahan makanan.
 - d) Transportasi, yang berasal dari penggunaan kendaraan bermotor, sehingga menghasilkan polusi berupa nitrogen oksida, sulfur oksida, dan karbon dioksida.

c. Jenis Pencemaran Udara

- 1) Partikel, merupakan sumber polusi yang berasal dari penggunaan listrik, pembakaran hutan, dan pembakaran batu bara (Perkins, 1974). Menurut Soedomo (2001) menyatakan bahwa bentuk partikel dapat berupa garam sulfat, metal, debu, minyak, asap, dan asbestos.
- 2) Gas
 - a) Nitrogen oksida, merupakan emisi yang berasal dari pusat pembangkit listrik, dan kendaraan bermotor (Perkins, 1974).
 - b) Karbon dioksida, merupakan jenis polutan yang mendominasi 80 persen polusi udara. Menurut (Stern, 1976) tingkat pertumbuhan karbondioksida setiap tahunnya sebesar 0,7 ppm per tahun. Karbondioksida berasal dari penggunaan bahan bakar fosil yang terus meningkat.
 - c) Karbon monoksida, merupakan polutan yang umumnya terjadi di perkotaan dengan populasi yang padat, yang memiliki konsentrasi 10-15

ppm. Menurut Perkins Perkins (1974) untuk menurunkan tingkat emisi karbonmonoksida dapat dilakukan dengan mengendalikan proses pembakaran bahan bakar fosil atau mengendalikan jumlah kendaraan.

- d) Hidrokarbon, merupakan polutan yang berasal dari kendaraan bermotor. Hidrokarbon memiliki komposisi polutan seperti propane, metana, dan butane.
- e) Sulfur oksida, merupakan polutan yang berasal dari penggunaan listrik dan aktivitas pertanian.

6. Pertumbuhan Ekonomi

Pertumbuhan ekonomi merupakan proses pertumbuhan output perkapita dalam jangka panjang. Hal ini dapat diartikan bahwa dalam jangka panjang, kesejahteraan suatu negara dapat tercermin melalui peningkatan output per kapita yang diikuti dengan peningkatan daya beli masyarakat (Wijono, 2005). Sedangkan Kuznets (1955) mendefinisikan pertumbuhan ekonomi sebagai meningkatnya kemampuan suatu negara dalam menyediakan barang-barang ekonomi untuk penduduknya yang disebabkan oleh adanya kemajuan teknologi, kelembagaan, dan penyesuaian teknologi yang dibutuhkan. Definisi tersebut memiliki tiga komponen utama pertumbuhan ekonomi, yaitu :

- 1) Pertumbuhan ekonomi suatu negara yang tercermin melalui peningkatan persediaan barang-barang ekonomi.
- 2) Perkembangan teknologi merupakan faktor pendukung pertumbuhan ekonomi yang dapat meningkatkan persediaan barang kepada masyarakat.
- 3) Penggunaan teknologi yang efisien dan luas memerlukan penyesuaian dalam bidang kelembagaan dan ideologi sehingga kemajuan teknologi dapat digunakan dengan tepat.

Menurut Todaro, Michael.P dan Smith (2006), pertumbuhan ekonomi merupakan peningkatan hasil atau output masyarakat yang disebabkan oleh adanya peningkatan jumlah faktor produksi. Terdapat tiga komponen utama dalam pertumbuhan ekonomi suatu negara, diantaranya sebagai berikut :

- 1) Akumulasi modal, meliputi modal manusia atau sumber daya manusia, dan semua bentuk jenis investasi. Semakin banyak modal maka akan meningkatkan GDP nasional.
- 2) Pertumbuhan penduduk yang setiap tahunnya meningkat akan meningkatkan jumlah angkatan kerja.
- 3) Kemajuan teknologi, yang akan meningkatkan kapasitas produksi dan mendukung proses pembangunan ekonomi.

Pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu indikator keberhasilan pembangunan perekonomian di suatu negara. Kesejahteraan dan kemajuan perekonomian suatu negara ditentukan oleh besarnya pertumbuhan yang ditunjukkan dengan adanya pertumbuhan output nasional. Pada umumnya para ekonom menggunakan *Gross Domestic Product* (GDP) untuk mengukur pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi tentunya akan memberikan dampak positif dan negatif seperti yang dijelaskan oleh Cochrane (2016) sebagai berikut :

- 1) Politik

Pertumbuhan ekonomi memberikan informasi kepada para pengambil kebijakan untuk mengambil keputusan dalam mencapai target.

- 2) Kesehatan

Pertumbuhan ekonomi akan meningkatkan taraf hidup masyarakat melalui asuransi kesehatan. Ketika pertumbuhan ekonomi meningkat masyarakat akan lebih memperhatikan kesehatan dan melakukan pembayaran asuransi kesehatan yang akan kembali kepada pemiliknya dalam tingkat produktivitas.

- 3) Energi dan Lingkungan

Pertumbuhan ekonomi menuntut tingginya tingkat produktivitas dalam menyediakan barang-barang ekonomi untuk kebutuhan masyarakat. Dalam proses produksi perusahaan akan menggunakan sumber daya untuk memproduksi barang yang menyebabkan polusi. Pertumbuhan ekonomi memaksa pemerintah untuk melihat skala energi dan membuat regulasi lingkungan.

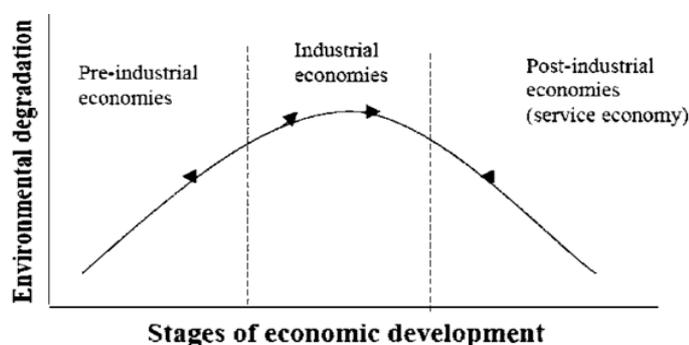
4) Pendidikan

Negara dengan pertumbuhan ekonomi yang tinggi akan meningkatkan kualitas sumber daya manusia melalui jenjang pendidikan yang lebih tinggi, karena pendidikan merupakan pondasi dari produktivitas yang tinggi.

Hubungan antara pertumbuhan ekonomi dengan kualitas lingkungan telah menjadi sebuah perdebatan yang sudah lama muncul. Pada tahun 1955 Simon Kuznets memprediksikan adanya hubungan antara pendapatan perkapita dengan kesenjangan pendapatan yang berbentuk kurva U terbalik. Pendapatan perkapita yang meningkat, pada awalnya akan diikuti oleh kesenjangan pendapatan. Namun setelah beberapa tahun kemudian akan terjadi *Turning Point*, yang artinya pendapatan perkapita mampu menurunkan kesenjangan pendapatan (Kuznets, 1955). Hal ini membuat para ahli untuk mencoba menggambarkan hubungan yang terjadi antara pertumbuhan ekonomi dengan degradasi lingkungan. Menurut Beckerman (1992) menjelaskan bahwa peningkatan pendapatan dapat mengurangi dampak kerusakan lingkungan yang diberikan. Beberapa ahli telah menemukan hubungan antara pertumbuhan ekonomi dengan degradasi lingkungan memiliki kurva yang sama dengan teori kurva Kuznets pada tahun 1955. Teori ini yang kemudian dikenal dengan *Environmental Kuznets Curve (EKC)* dan dikembangkan pertama kali dalam *working paper* oleh Gene M. Grossman dan Alan B. Krueger pada tahun 1991 (Grossman and Krueger, 1995).

Grossman and Krueger (1995) menjelaskan bahwa kurva EKC memiliki bentuk U terbalik yang menggambarkan perubahan skala, komposisi, dan teknik yang muncul ketika terjadi perdagangan liberal dan pertumbuhan ekonomi. Bentuk kurva U terbalik menjelaskan bahwa kurva bergantung pada pengembalian yang meningkat dalam hubungan antara teknologi dan konsumsi barang dan jasa yang diinginkan masyarakat dengan mengurangi barang yang tidak diinginkan (Andreoni and Levinson, 2001).

Pada kurva EKC menjelaskan bahwa pertumbuhan ekonomi pada awalnya akan meningkatkan degradasi lingkungan. Hal ini disebabkan peningkatan produksi tanpa memperhatikan aspek lingkungan. Proses produksi yang dilakukan secara terus menerus akan menyebabkan pencemaran baik pencemaran udara, tanah, dan air. Namun pada titik tertentu pertumbuhan ekonomi akan meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya kualitas lingkungan. Titik inilah yang disebut sebagai *turning point* dimana pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan mampu menurunkan degradasi lingkungan (Shaharir & Alinor, 2013).



Sumber: Panayotou (2000)

Gambar 5 Tahapan Hipotesis *Environmental Kuznets Curve*

Pada gambar 5 menjelaskan bahwa EKC dibagi menjadi tiga tahapan. Tahap pertama merupakan tahap *pre-industrial* dimana perekonomian didominasi oleh sektor primer. Kerusakan lingkungan yang terjadi pada fase ini disebabkan oleh aktivitas ekonomi yang berbasis sumber daya, sehingga masalah lingkungan yang terjadi pada tahap ini adalah semakin berkurangnya sumber daya alam. Kemudian pada tahap selanjutnya merupakan tahap *industrial economics* dimana pada tahap ini terjadi perubahan struktur ekonomi dari sektor pertanian ke sektor industri. Ketika tahap ini negara mulai membangun perekonomiannya, sehingga pertumbuhan ekonomi akan diikuti oleh kerusakan yang tinggi. Hal ini disebabkan terjadinya eksploitasi sumber daya secara besar-besaran untuk menghasilkan output yang lebih banyak, pada saat yang bersamaan tingkat kesadaran masyarakat dan regulasi pemerintah terhadap kualitas lingkungan masih rendah (Shaharir & Alinor, 2013).

Tahap ketiga merupakan tahap *post-industrial economics* dimana pada tahap ini terjadi perubahan struktur ekonomi dari sektor industri ke sektor berbasis jasa (Panayotou, 2000). Perubahan struktur ekonomi dari sektor industri ke sektor jasa akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan kerusakan lingkungan akan semakin menurun. Pada tahap ini tingkat kesadaran masyarakat dan regulasi pemerintah terhadap kualitas lingkungan meningkat. Pemerintah akan memberlakukan regulasi yang lebih ketat untuk menciptakan ekonomi yang lebih hijau (Dasgupta *et al.*, 2002).

7. Eksternalitas

Dalam ilmu ekonomi, eksternalitas merupakan biaya atau keuntungan yang dirasakan oleh pihak tertentu dimana tidak adanya pertanggung jawaban atas biaya atau keuntungan yang dirasakan oleh pihak lain (Buchanan and Stubblebine, 1962). Berdasarkan Mankiw (2003) eksternalitas terjadi ketika seseorang terlibat dalam kegiatan yang dapat mempengaruhi kesejahteraan pihak lain yang tidak membayar atau menerima kompensasi atas dampak yang dirasakan. Eksternalitas dapat dibagi menjadi dua, yaitu eksternalitas positif dan eksternalitas negatif. Eksternalitas positif adalah manfaat atau keuntungan yang ditimbulkan oleh aktivitas pihak lain. Sementara, eksternalitas negatif adalah dampak atau kerugian yang ditimbulkan oleh aktivitas pihak lain.

Dalam kaitan antara eksternalitas dan kerusakan lingkungan, merupakan suatu dampak negatif yang muncul akibat suatu aktivitas ekonomi dan pembangunan yang dialami oleh pihak ketiga dikenal dengan eksternalitas negatif (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2009). Menurut Owen (2004) eksternalitas lingkungan merupakan manfaat dan biaya yang berdampak terhadap perubahan lingkungan secara fisik hayati. Pencemaran, seperti polusi yang dihasilkan dari aktivitas industri atau perusahaan merupakan contoh nyata dari adanya eksternalitas negatif (Schiller, 2000). Eksternalitas ini yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan pasar (Baumol

and Blinder, 2011). Kerusakan lingkungan dan pencemaran tersebut merupakan eksternalitas negatif yang berasal dari aktivitas pembangunan dan industrialisasi yang masih dilakukan hingga saat ini.

8. Konsumsi Energi

Konsumsi merupakan pembelian barang atau jasa oleh rumah tangga baik barang primer, sekunder, maupun tersier (Mankiw, 2003). Dalam Harris dan Roach (2021) energi merupakan input utama dalam perekonomian. Penggunaan energi merupakan salah satu komponen penting sebagai penggerak aktivitas perekonomian, namun penggunaan energi mampu meningkatkan pencemaran yang berasal dari limbah dan polusi yang dihasilkan sebagai hasil dari pembakaran bahan bakar fosil (Wahyudi and Palupi, 2023). Kegiatan perekonomian sangat bergantung dengan bahan bakar fosil yang merupakan energi primer. Bahan bakar fosil merupakan sumber daya tidak terbarukan, karena membutuhkan waktu jutaan tahun untuk terbentuk. Berikut merupakan sumber energi yang berasal dari fosil antara lain :

- a) Batu bara merupakan mineral organik yang dapat terbakar, terbentuk dari sisa tumbuhan purba yang mengendap dan selanjutnya berubah bentuk akibat proses fisika dan kimia yang berlangsung selama jutaan tahun. Komponen penyusun batu bara, yaitu campuran karbon, hydrogen, oksigen, dan nitrogen.
- b) Minyak bumi dapat ditemukan di bawah permukaan yang berbentuk kubah. Untuk mendapatkan minyak bumi dilakukan pengeboran yang berlokasi di darat (dulunya lautan) atau dilepas pantai. Pengeboran dilakukan oleh pihak perindustrian.
- c) Gas alam merupakan bahan bakar fosil berbentuk gas yang terdiri dari metana (CH_4). Gas alam dapat ditemukan di ladang minyak, ladang gas bumi, dan tambang batu bara.

Tingkat konsumsi energi tidak terbarukan meningkat lebih cepat daripada produksi energi itu sendiri yang menyebabkan degradasi lingkungan (Mirzae and Bekri, 2017). Penyebab peningkatan permintaan konsumsi energi fosil disebabkan belum adanya pengganti bahan bakar fosil dalam jumlah banyak (Zulaicha, Hadi and Yustirania, 2020)

9. Industri

Industrialisasi menempati posisi sentral dalam pembangunan suatu negara yang mampu meningkatkan kualitas kesejahteraan suatu negara. Industrialisasi merupakan suatu proses interaksi antara pengembangan teknologi, inovasi, spesialisasi dalam produksi dan perdagangan antar negara yang pada akhirnya mampu meningkatkan pendapatan perkapita dan mendorong perubahan struktur ekonomi dari suatu negara. Industrialisasi merupakan suatu proses transisi jangka panjang dari ekonomi agraris ke ekonomi industri, dimana secara relative dalam perekonomian peranan sektor industri akan lebih kuat dibandingkan dengan sektor pertanian (Tambunan, 2001).

Menurut Kuwato dalam Setyawati (2002) mendefinisikan bahwa industri merupakan kegiatan menghasilkan barang-barang dalam jumlah besar dengan kualitas yang terjamin kemudian diperjual belikan, dalam proses produksinya membutuhkan tenaga kerja, teknologi, teknik dan cara, serta pola kerja yang sudah ditentukan. Meningkatnya pertumbuhan industri merupakan salah satu akibat dari adanya kemajuan teknologi. Aktivitas masyarakat yang dinamis mempengaruhi lingkungan hidup. Penggunaan teknologi dalam industri memiliki kontribusi yang cukup besar dalam proses *Global Warming*. Meski demikian Pertumbuhan industri mampu memberikan sumbangan bagi perekonomian Indonesia, namun Pertumbuhan industri akan menurunkan kualitas lingkungan. Berikut merupakan pengelompokan industri yang didasarkan pada:

- a) Berdasarkan bahan baku yang digunakan industri dapat dibedakan menjadi:

- 1) Industri ekstraktif merupakan industri yang menggunakan bahan baku langsung dari alam, contoh: industri pertanian, industri perikanan, industri kehutanan.
 - 2) Industri nonekstraktif merupakan industri yang mengolah lebih lanjut hasil industri lain, contoh: industri kain, dan industri pemintalan.
 - 3) Industri tersier merupakan industri yang menjual layanan jasa untuk keperluan masyarakat, contoh: perbankan, perdagangan, pariwisata.
- b) Berdasarkan jumlah tenaga kerja industri dapat dibedakan menjadi:
- 1) Industri kecil merupakan industri dengan tenaga kerja berjumlah antara 5-19 orang.
 - 2) Industri sedang merupakan industri dengan tenaga kerja antara 20-99 orang.
 - 3) Industri besar merupakan industri dengan tenaga kerja lebih dari 100 orang.
- c) Industri berdasarkan bahan mentah yang digunakan, industri dapat dibedakan menjadi:
- 1) Industri pertanian merupakan industri yang mengolah bahan mentah yang diperoleh dari hasil pertanian, contoh: industri minyak gula, industri kopo, industri the.
 - 2) Industri pertambangan merupakan industri yang mengolah bahan mentah yang berasal dari hasil tambang, contoh: industri semen, industri baja, industri bahan bakar minyak.
 - 3) Industri jasa merupakan industri yang mengolah jasa layanan yang dapat memberikan kemudahan dan keringan bagi masyarakat, contoh: industri perbankan, industri perdagangan, industri pariwisata, industri transportasi.

10. Hubungan GDP Per Kapita Terhadap Emisi Karbondioksida

Hubungan GDP Per Kapita dengan kualitas lingkungan dijelaskan dalam sebuah hipotesis yang dikenal dengan *Environmental Kuznets Curve* (EKC). Hipotesis ini menjelaskan bahwa pada tahap awal pertumbuhan ekonomi akan diikuti dengan menurunnya kualitas lingkungan. Hal ini dikarenakan negara akan berfokus pada peningkatan ekonomi melalui pertumbuhan produksi tanpa memperhatikan aspek lingkungan (Spilker, Vally and Thomas, 2017).

Proses produksi yang terjadi terus menerus akan mengeksploitasi sumber daya secara besar-besaran untuk menghasilkan output yang lebih banyak, pada saat yang bersamaan tingkat kesadaran masyarakat dan regulasi pemerintah terhadap kualitas lingkungan masih rendah. Namun pada titik tertentu pertumbuhan ekonomi akan meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya kualitas lingkungan yang baik, titik inilah yang disebut sebagai *turning point* dimana pertumbuhan ekonomi mampu menurunkan degradasi lingkungan (Shaharir & Alinor, 2013). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Gessesse and He (2020) mengungkapkan bahwa GDP Per Kapita mampu meningkatkan emisi karbondioksida di China. Penelitian tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan Demissew Beyene and Kotosz (2020) yang menjelaskan bahwa pertumbuhan ekonomi berkontribusi terhadap peningkatan emisi karbondioksida di 12 negara Afrika Timur.

11. Hubungan Konsumsi Energi Fosil Terhadap Emisi Karbondioksida

Sektor energi memiliki kontribusi yang cukup besar dalam perekonomian, antara lain sebagai sumber penerimaan negara serta pemenuhan kebutuhan bahan bakar untuk industri, rumah tangga, dan transportasi. Apabila suatu negara tidak mampu menyediakan sumber daya energi akan menyebabkan kemampuan negara dalam membangun perekonomian sangat lemah (Boediyono and Sugiyono, 2000). Negara berkembang pada umumnya akan mengandalkan konsumsi energi dalam kegiatan perekonomian hal ini dikarenakan energi dianggap sebagai alat terbaik untuk pertumbuhan ekonomi

berkelanjutan (Azlina and Mustapha, 2012). Konsumsi energi primer yang berkelanjutan akan menyebabkan eksternalitas negatif terhadap lingkungan.

Penelitian yang dilakukan oleh Osobajo *et al* (2020) mengungkapkan bahwa terdapat hubungan jangka panjang antara pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi terhadap emisi karbondioksida. Selain itu ditemukan pula bahwa konsumsi energi berpengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan emisi karbondioksida. Penelitian tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zhang (2021) yang mengungkapkan bahwa konsumsi energi yang tinggi akan meningkatkan emisi karbondioksida di China.

12. Hubungan Nilai Tambah Industri Terhadap Emisi Karbondioksida

Pertumbuhan ekonomi dapat mempengaruhi perubahan lingkungan yang disebabkan oleh meningkatnya aktivitas ekonomi, sehingga jumlah produksi akan meningkat. Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) terdapat lima sektor yang menjadi sumber utama emisi Karbondioksida, yaitu sektor pertanian, sektor energi, sektor kehutanan, sektor industri, dan sektor limbah (Purwanta, 2010). Dalam penelitian Labiba and Pradoto (2018) menyatakan bahwa Pertumbuhan aktivitas industri identik dengan Pertumbuhan produksi Emisi Karbondioksida. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan Lundin, Nannan and Ng (2009) yang menyatakan bahwa proses industrialisasi identik dengan aktivitas yang berdampak terhadap peningkatan Emisi karbondioksida di dunia. Aktivitas idunstri yang berperan sebagai sumber Emisi Karbondioksida terbesar adalah industri semen, industri besi, industri baja dan besi, industri petrokimia, industri keramik, industri kertas, serta industri yang menggunakan bahan karbonat dalam proses produksinya (Ghozali, Pamungkas and Santoso, 2015).

B. Penelitian Terdahulu

Sebelum melakukan penelitian ini, penulis mencoba untuk mempelajari dan menganalisis penelitian-penelitian yang berkaitan secara relevan dengan topik yang telah ditulis oleh penelitian sebelumnya. Terdapat beberapa kajian

penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini, di antaranya seperti dibawah ini:

Tabel 1. Kajian Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Metode	Variabel	Kesimpulan
1	Sri Indah Nikensari, Sekar Destilawati, dan Siti Nurjanah (2019)	Metode Kuantitatif dan <i>expose facto</i>	Variabel Terikat: - Emisi karbon Variabel Bebas: - GDP per kapita - Konsumsi energi - Populasi penduduk	GDP per kapita, Konsumsi energi, dan jumlah Penduduk di negara <i>high income</i> berkontribusi terhadap peningkatan Emisi karbon. Namun setelah MDGs peningkatan GDP per kapita mampu menurunkan Emisi karbon
2	Jihuan Zhang (2021)	<i>Autoregressive Distributive Lag (ARDL)</i>	Variabel Terikat: - Emisi karbon Variabel Bebas: - GDP per kapita - Perdagangan - Populasi Penduduk kota - Konsumsi energi	Konsumsi energi memiliki efek positif, dan urbanisasi memiliki efek negatif terhadap Emisi karbon dalam jangka panjang
3	Abrham Tezera Gessesse, dan Gehe (2020)	<i>Autoregressive Distributive Lag (ARDL) dan Error Correction Model (ECM)</i>	Variabel Terikat: - Emisi karbon Variabel Bebas: - GDP - Konsumsi energi	Konsumsi energi berkontribusi dua kali lipat dibandingkan GDP terhadap Emisi karbon dalam jangka

				panjang terdapat kausalitas negatif yang signifikan dari Emisi karbon dan GDP terhadap Konsumsi energi
4	Haider Mahmood, Maham Furqan, Tarek Tawfik Alkhateeb, dan Mahmoud Fawas (2019)	<i>Autoregressive Distributive Lag (ARDL)</i>	<p>Variabel Terikat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emisi karbon <p>Variabel Bebas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - GDP per kapita - FDI - Konsumsi energi - Perdagangan 	Konsumsi energi mampu mempercepat peningkatan emisi karbon. FDI dianggap mampu mengurangi Emisi karbon, serta perdagangan berpengaruh tidak signifikan
5	Rong Wang, Nawazish Mirz, Dinara G. Vasbieva, Qaisar Abbas, Deping Xiong (2020)	<i>Autoregressive Distributive Lag (ARDL)</i>	<p>Variabel Terikat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emisi karbon <p>Variabel Bebas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - GDP - Konsumsi energi - Konsumsi energi terbarukan - Pembangunan keuangan 	Konsumsi energi terbarukan berpengaruh negatif terhadap peningkatan Emisi karbon. GDP dan pembangunan keuangan berkontribusi terhadap Emisi karbon
6	Qaiser Abbas, Mohammad Nurunnabi, Yazeed Alfakhri, Waqar Khan, Altaf Hussin, Wasim Iqbal	<i>Autoregressive Distributive Lag (ARDL)</i>	<p>Variabel Terikat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emisi karbon <p>Variabel Bebas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pertumbuhan ekonomi - Konsumsi energi fosil - Konsumsi 	Konsumsi energi fosil berkontribusi terbesar dalam peningkatan Emisi karbon. Penggunaan energi terbarukan

	(2020)		energi terbarukan - Perdagangan - Pembentukan modal tetap	dapat menurunkan Emisi karbon. Pembentukan modal tetap mampu meningkatkan Pertumbuhan ekonomi dan mengurangi Emisi karbon
7	Awais Anwar, Nawaz Ahmad, dan Ghulam Rasool Madni (2019)	<i>Non-Linear Autoregressive Distributive Lag</i>	Variabel Terikat: - Emisi karbon Variabel Bebas: - Nilai tambah industri - transportasi	Peningkatan nilai tambah industri dan transportasi mampu menurunkan kualitas lingkungan dalam jangka panjang. Namun pada jangka pendek dari kausalitas granger mengungkapkan kausalitas positif dan searah antara nilai tambah industri dengan Emisi karbon.
8	Farhan Ahmed, Imtiaz Ali, Shazia Kousar, Saira Ahmed (2022)	<i>Autoregressive Distributive Lag (ARDL)</i>	Variabel Terikat: - Emisi karbon Variabel Bebas: - Industri - FDI Variabel Kontrol: - Pertumbuhan ekonomi - Populasi - Perdagangan	Industrialisasi berdampak positif dan signifikan terhadap kerusakan lingkungan. Sementara FDI memiliki dampak negatif yang signifikan terhadap Emisi karbon.

Berdasarkan tabel 1, dapat diketahui hal-hal yang menjadi perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian terdahulu. Penelitian ini menganalisis pengaruh GDP Per Kapita, Konsumsi energi, dan Pertumbuhan Industri terhadap Emisi Karbondioksida di negara Indonesia periode 1992-2021. Penelitian ini sebagai pembaruan data pada penelitian sebelumnya yang dimulai dari tahun 1992 hingga tahun 2021 dengan rentan waktu 30 tahun. Penulis menentukan periode penelitian dimulai pada tahun 1992 hingga tahun 2021 di mana pada rentan waktu tersebut Emisi Karbondioksida di Indonesia cenderung mengalami peningkatan, tingkat Emisi Karbondioksida tertinggi terjadi pada tahun 2019. Penelitian ini merujuk pada penelitian terdahulu dengan kesamaan menganalisis faktor yang mempengaruhi kualitas udara.

C. Kerangka Penelitian

Pada awal tahap pertumbuhan ekonomi yang ditandai dengan meningkatnya GDP Per Kapita akan menurunkan kualitas lingkungan dan selanjutnya pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan akan meningkatkan kualitas lingkungan (Grossman and Krueger, 1995). Menurut teori IPAT yang dikembangkan oleh Ehrlich and Holdren (1972) menyatakan terdapat dua faktor utama yang mempengaruhi kualitas lingkungan yaitu populasi dan pendapatan, yang diikuti oleh perkembangan teknologi sebagai upaya dalam mengurangi dampak kerusakan lingkungan yang dihasilkan.

GDP per kapita mampu mempengaruhi kualitas lingkungan melalui perluasan aktivitas ekonomi, dan peningkatan jumlah produksi (Grossman and Krueger, 1995). Meningkatnya kebutuhan masyarakat akan meningkatkan produksi barang dan jasa yang dilakukan oleh sektor industri, karena mampu memberikan peluang bisnis yang menjanjikan dan menguntungkan serta mampu membantu pemerintah dalam meningkatkan GDP per kapita.

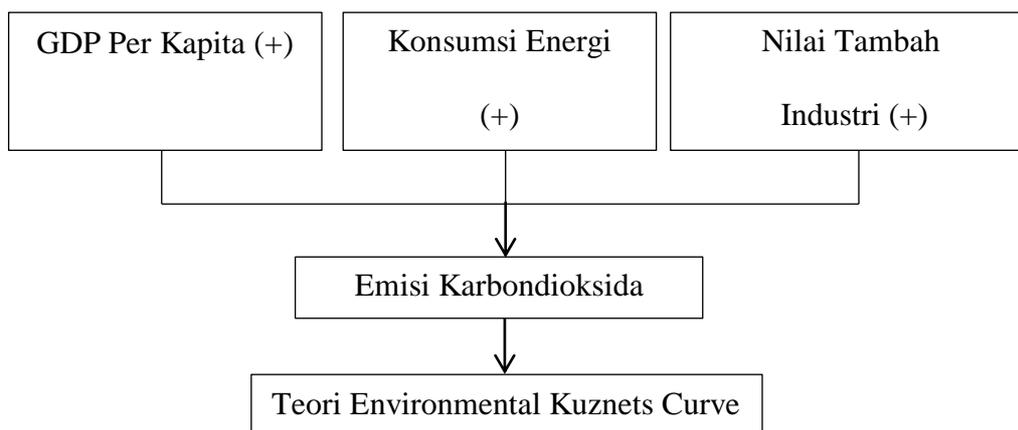
Dalam perekonomian sektor energi memiliki kontribusi yang cukup besar yaitu sebagai sumber penerimaan negara dan sarana untuk menggerakkan industri dalam perekonomian. Proses produksi yang dilakukan oleh sektor

industri akan menggunakan sumber daya alam dan teknologi. Dalam proses produksi energi digunakan untuk menggerakkan mesin, namun hingga saat ini penggunaan energi pada sektor industri masih sangat bergantung dengan bahan bakar fosil. Penggunaan bahan bakar fosil pada sektor industri mampu menghasilkan Emisi karbon yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar fosil pada saat proses produksi berlangsung. Penggunaan energi tidak terbarukan secara tidak wajar dan terus menerus pada aktivitas ekonomi, akan berdampak pada kerusakan lingkungan.

Semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat dan aktivitas perekonomian akan meningkatkan permintaan, baik barang maupun jasa yang dapat memberikan nilai tambah berupa keuntungan bagi perusahaan. Situasi tersebut mampu mendorong sejumlah perusahaan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dengan meningkatkan kapasitas produksi. Hal tersebut dapat membantu pemerintah dalam meningkatkan GDP per kapita, namun kondisi ini dapat menghasilkan Emisi karbon dioksida dan pemanasan global yang berdampak pada kerusakan lingkungan

Salah satu teori yang digunakan untuk mengkaji hubungan antara GDP Per Kapita dan Emisi karbon dioksida adalah teori *Environmental Kuznets Curve* (EKC). Dalam hipotesis EKC menjelaskan bahwa GDP Per Kapita dan Emisi karbon dioksida memiliki kurva berbentuk U-terbalik yang mencerminkan GDP Per Kapita yang tinggi mampu menurunkan kerusakan lingkungan.

Berdasarkan tinjauan empiris dan penjelasan diatas, maka tergambar suatu konsep yang akan dijadikan pendekatan sebagai acuan penelitian. Penulis menjelaskan dan mengaplikasikan pokok permasalahan dalam penelitian yang digambarkan dalam kerangka pemikiran.



Gambar 8. Kerangka Pemikiran Penelitian

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan hasil penelitian terdahulu, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah :

1. Diduga GDP Per Kapita berpengaruh positif terhadap Emisi Karbondioksida di Indonesia baik secara parsial dan simultan.
2. Diduga Konsumsi Energi berpengaruh positif terhadap Emisi Karbondioksida di Indonesia baik secara parsial dan simultan.
3. Diduga Nilai Tambah Industri berpengaruh positif terhadap Emisi Karbondioksida di Indonesia baik secara parsial dan simultan.
4. Diduga hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC) secara teori berlaku dan terbukti di Indonesia.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Sumber Data

Pada penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan merupakan penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian yang dilakukan dengan mengumpulkan data berupa angka yang diperoleh dari *World Bank*, *Global Carbon Atlas* dan *Our World in Data*. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder berupa data *time series* Indonesia yang dimulai dari tahun 1992-2021 yang diperoleh dari *World Bank*, *Global Carbon Atlas* dan *Our World in Data*. Dalam penelitian ini terdapat satu variabel dependen dan tiga variabel independen. Variabel dependen yang digunakan adalah emisi karbondioksida (CO_2), sementara variabel independen yang digunakan adalah GDP per kapita (GDPC), GDP per kapita kuadrat (GDPCS), Konsumsi Energi (KE), dan Nilai Tambah Industri (IND).

B. Definisi Operasional Variabel Penelitian

Variabel merupakan indikator yang digunakan oleh peneliti untuk diteliti lebih lanjut dan akan menjadi pembahasan utama dalam penelitian. Berikut merupakan definisi variabel yang digunakan dalam penelitian :

a. Emisi Karbon dioksida (CO_2)

Emisi karbondioksida merupakan gas hasil buangan yang berasal dari hasil pembakaran bahan bakar, serta penggunaan lahan atau hutan yang mengandung hidrokarbon yang bersifat berbahaya dan beracun (world bank). Variabel emisi karbon dioksida diukur dengan satuan *metric ton of carbon dioxide*. Data diperoleh dari *Global Carbon Atlas*.

b. GDP Per Kapita (GDPC)

Menurut Mankiw (2011) GDP Per Kapita (GDPC) dianggap sebagai ukuran seberapa baik kinerja perekonomian. GDP per kapita merupakan nilai seluruh

barang dan jasa yang dihasilkan oleh seluruh produsen dalam perekonomian ditambah pajak produk (dikurangi subsidi) yang tidak termasuk dalam penilaian output, dan dibagi dengan jumlah penduduk tengah tahun Indonesia (world bank). Variabel GDP Per Kapita (GDPC) yang digunakan adalah GDP per kapita konstan 2015 US\$. Data diperoleh dari *World Bank*.

c. GDP Per Kapita Kuadrat (GDPCS)

GDP per kapita kuadrat diperoleh dari nilai pangkat dua atau kuadrat dari angka GDP per kapita Indonesia. Variabel ini digunakan untuk membuktikan keberadaan dari teori *Environmental Kuznets Curve* (EKC).

d. Konsumsi Energi

Konsumsi energi merupakan jumlah energi yang digunakan (BPS). Variabel konsumsi energi yang digunakan merupakan konsumsi energi fosil per kapita yang merupakan penggunaan energi fosil baik secara langsung maupun tidak langsung dari sumber energi dibagi dengan jumlah Penduduk Indonesia dalam periode tertentu (BPS). Variabel konsumsi energi diukur dengan menggunakan satuan *kilowatt-Hours (kWh)*. Data diperoleh dari *Our World in Data*.

e. Nilai Tambah Industri

Nilai tambah industri merupakan selisih antara nilai produksi industri dan biaya bahan baku, bahan penunjang, dan jasa yang digunakan dalam proses produksi (world bank). Pertumbuhan nilai tambah industri merupakan perubahan persentase dalam nilai tambah sektor industri dari satu tahun ke tahun berikutnya (world bank). Nilai tambah industri dalam variabel ini terdiri dari nilai tambah industri pertambangan, manufaktur, konstruksi, listrik, air, dan gas. Variabel nilai tambah industri diukur dengan menggunakan satuan persen. Data diperoleh dari *World Bank*.

Tabel 2. Definisi Operasional Variabel

Variabel	Simbol	Satuan	Sumber Data
Emisi Karbon Dioksida	CO ₂	MtCO ₂	<i>Global Carbon Atlas</i>
GDP Per Kapita	GDPC	US\$	<i>World Bank</i>

GDP Per Kapita Kuadrat	GDPCS	US\$	<i>World Bank</i>
Konsumsi Energi	KE	kWh	<i>Our World in Data</i>
Nilai Tambah Industri	IND	Persen	<i>World Bank</i>

C. Spesifikasi Model

1. Model Penelitian untuk Menguji Pengaruh GDP Per Kapita, Konsumsi Energi, dan Nilai Tambah Industri Terhadap Emisi Karbon Dioksida

Dalam Penelitian ini menggunakan metode analisis *Error Correction Model* (ECM) untuk menguji pengaruh GDP Per Kapita, Konsumsi Energi, dan Nilai Tambah Industri terhadap Emisi karbon dioksida dalam jangka panjang dan jangka pendek di Indonesia.

Adapun model umum dari analisis ini adalah sebagai berikut:

$$CO2_t = \alpha + \beta_1 GDPC_t + \beta_2 KE_t + \beta_3 IND_t + \varepsilon_t$$

Keterangan:

CO2	: Emisi karbon dioksida
GDPC	: GDP Per Kapita
KE	: Konsumsi Energi
IND	: Nilai Tambah Industri
$\beta_{1,2,3}$: Koefisien regresi dari masing-masing variabel bebas
ε	: Residual
t	: Waktu

Model tersebut dapat ditransformasikan kedalam persamaan logaritma:

$$\ln CO2_t = \alpha + \beta_1 GDPC_t + \beta_2 KE_t + \beta_3 IND_t + \varepsilon_t$$

Keterangan:

CO2	: Emisi karbon dioksida
GDPC	: GDP Per Kapita

KE	: Konsumsi Energi
IND	: Nilai Tambah Industri
$\beta_{1,2,3}$: Koefisien regresi dari masing-masing variabel bebas
ε	: Residual
t	: Waktu
Ln	: Logaritma Natural

Model persamaan diatas merupakan model jangka panjang, untuk mengestimasi model ECM diperlukan model estimasi jangka pendek sebagai berikut:

$$\ln CO2_t = \alpha + \beta_1 \Delta GDPC_t + \beta_2 \Delta KE_t + \beta_3 \Delta IND_t + \beta_4 ECT_t + \varepsilon_t$$

Keterangan:

$\Delta CO2$: Emisi karbon dioksida
$\Delta GDPC$: GDP Per Kapita
ΔKE	: Konsumsi Energi
ΔIND	: Nilai Tambah Industri
$\beta_{1,2,3}$: Koefisien regresi dari masing-masing variabel bebas
ε	: Residual
ECT	: Residual _{t-1}
t	: Waktu
Ln	: Logaritma Natural

Dalam penelitian ini terdapat perbedaan satuan dan besaran antar variabel bebas, sehingga persamaan regresi harus dibuat model logaritma natural. Menurut Ghazali (2017) model logaritma digunakan untuk menghindari masalah heterokedastisitas, mengetahui koefisien yang menunjukkan elastisitas, dan mendekati skala data. Menurut Gujarati and Porter (2009) penggunaan logaritma natural dalam ekonometrika memiliki keuntungan, yaitu mampu menyamakan satuan dan meminimalkan kemungkinan terjadinya masalah heterokedastisitas, karena transformasi yang dilakukan menempatkan skala untuk pengukuran variabel, dan koefisien kemiringan β_i mampu

menunjukkan secara langsung elastisitas Y terhadap X_i yaitu persentase perubahan Y yang terjadi karena adanya persentase perubahan dalam X_i .

2. Model Penelitian untuk Menguji Hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC)

Penelitian ini mengestimasi hipotesis *Environmental Kuznets Curve* (EKC) seperti yang diterapkan oleh Grossman and Krueger (1995). Model umum hipotesis Kuznets menunjukkan hubungan antara perekonomian dan kerusakan lingkungan:

$$\ln CO2_t = \alpha + \beta_1 GDP C_t + \beta_2 GDP C S_t + \varepsilon_t$$

Keterangan:

CO2 : Emisi karbon dioksida

GDP C : GDP Per Kapita

GDP C S : GDP Per Kapita Kuadrat

$\beta_{1,2}$: Koefisien regresi dari masing-masing variabel bebas

ε : Residual

t : Waktu

Ln : Logaritma Natural

Hipotesis yang diharapkan untuk membentuk kurva EKC yang sesuai dengan hipotesis Kuznets adalah GDP Per Kapita bertanda positif, sementara GDP Per Kapita Kuadrat bertanda negatif (Nikensari, Destilawati and Nurjanah, 2019). Sehingga akan membentuk kurva berbentuk U-terbalik, jika dalam pengujian hipotesis EKC terbukti, maka akan diperoleh nilai titik balik atau *turning point* dari kurva yang menandakan GDP Per Kapita yang tinggi akan mengurangi kerusakan lingkungan, yang dalam penelitian ini diproyeksikan dengan Emisi karbon dioksida. Adapun rumus yang digunakan untuk mencari nilai *turning point* adalah $-\frac{\beta_1}{2\beta_2}$.

D. Metode dan Model Analisis

Analisis regresi pada dasarnya merupakan studi keterkaitan antara satu atau lebih variabel independen terhadap variabel dependen, dengan tujuan memperkirakan atau menghitung dan atau memprediksi rata-rata populasi, atau rata-rata dari variabel terikat berdasarkan nilai variabel bebas yang diketahui. Penggunaan data *time series* seringkali menghasilkan regresi lancung (*spurious regression*) yang disebabkan data tidak stasioner pada tingkat level, mempunyai hasil regresi yang memiliki nilai *R squared* tinggi namun variabel dalam model tidak saling berhubungan (Gujarati, 2014). Data yang tidak stasioner pada tingkat level seringkali mengindikasikan hubungan ketidakseimbangan dalam jangka pendek, namun cenderung memiliki hubungan keseimbangan jangka panjang (Widarjono, 2018). Model analisis yang tepat untuk mengatasi hal tersebut merupakan model koreksi kesalahan atau *Error Correction Model* (ECM).

Model *Error Correction Model* (ECM) Domowitz-El Badawi merupakan model yang dikembangkan oleh Domowitz-El Badawi yang didasarkan pada kenyataan bahwa perekonomian berada dalam kondisi ketidakseimbangan (Domowitz and Badawi, 1987). Model ini mengasumsikan bahwa para agen ekonomi akan selalu menemukan bahwa apa yang direncanakan tidak selalu sama dengan kenyataannya, kondisi ini kemungkinan disebabkan adanya variabel guncangan (*shock variabel*). Dalam membahas model ECM, misalnya kita memiliki hubungan keseimbangan jangka panjang antara dua variabel Y dan X sebagai berikut :

$$Y_t^* = \alpha_0 + \alpha_1 X_t$$

Dimana Y_t^* = nilai keseimbangan

Apabila Y berada pada titik keseimbangan terhadap X, maka keseimbangan antara dua variabel X dan Y pada persamaan diatas terpenuhi. Namun pada kenyataannya dalam perekonomian sering ditemui adanya ketidakseimbangan, apabila Y_t mempunyai nilai yang berbeda dengan nilai keseimbangannya, maka besarnya ketidakseimbangan sebesar :

$$ECT_t = Y_t^* - \alpha_0 - \alpha_1 X_t$$

Adapun proses pembentukan variabel penyesuaian ketidakseimbangan menurut Domowitz yang didasarkan pada fungsi biaya kuadrat tunggal sebagai berikut :

$$C_t = \beta_0[Y_t - Y_t^*]^2 + \beta_1[Y_t - Y_{t-1}] - f_t[[Z_t - Z_{t-1}]]$$

Dimana :

Y_t : jumlah Y aktual pada periode t

Z_t : vector variabel yang mempengaruhi Y dimana dalam hal ini hanya dipengaruhi oleh variabel X

f_t : vector baris yang memberi bobot kepada elemen $Z_t - Z_{t-1}$

Komponen pertama dalam persamaan tersebut menggambarkan biaya ketidakseimbangan dan komponen kedua merupakan biaya penyesuaian (Widarjono, 2018). Biaya ketidakseimbangan pada persamaan di atas muncul karena tingkat Y yang diharapkan tidak selalu seperti yang diharapkan. Kondisi tersebut terjadi karena adanya informasi yang tidak sempurna, kendala teknologi, kekakuan birokrasi, maupun karena adanya guncangan dalam perekonomian (Widarjono, 2018). Di lain sisi biaya penyesuaian merupakan biaya yang menyesuaikan tingkat Y aktual agar mampu kembali ke tingkat yang diharapkan. Apabila meminimalisasi fungsi biaya pada persamaan di atas akan menghasilkan persamaan sebagai berikut :

$$\beta_0[Y_t - Y_t^*]^2 + \beta_1[Y_t - Y_{t-1}] - f_t[[Z_t - Z_{t-1}]] = 0$$

Karena vector Z hanya terdiri dari variabel X sehingga persamaan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Y_t = cY_t^* + (1 - c)Y_{t-1} + (1 - c)f_t(X_t - X_{t-1})$$

Dimana $c = \beta_0/(\beta_0 + \beta_1)$

Kemudian substitusikan persamaan keseimbangan jangka panjang kedalam persamaan di atas yang menghasilkan persamaan sebagai berikut :

$$Y_t = d_0 + d_1X_t + d_2X_{t-1} + d_3Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Dimana $d_0 = ca_0$; $d_1 = ca_1 + (1 - c)f_t$; $d_2 = -(1 - c)f_t$; $d_3 = (1 - c)$

Varian dari variabel gangguan ε_t dalam persamaan di atas diharapkan mampu memenuhi asumsi OLS. Permasalahan utama dalam mengestimasi persamaan di atas adalah jika variabel yang diteliti tidak stasioner pada tingkat level. Bila variabel tidak stasioner pada tingkat level maka estimasi persamaan di atas dapat menimbulkan masalah regresi lancung (Widarjono, 2018). Untuk mengatasi hal tersebut maka akan dilakukan parameterisasi persamaan menjadi bentuk standar ECM sebagai berikut :

$$\Delta Y_t = g_0 + g_1\Delta X_t + g_2X_{t-1} + g_3EC_{t-1} + \varepsilon_t$$

Dimana Δ merupakan perbedaan pertama dan EC_{t-1} adalah variabel koreksi kesalahan periode sebelumnya. Persamaan di atas menjelaskan bahwa perubahan Y (ΔY) masa sekarang dipengaruhi oleh perubahan variabel X (ΔX), variabel X pada periode sebelumnya (X_{t-1}) dan kesalahan ketidakseimbangan atau variabel koreksi kesalahan periode sebelumnya. Model ECM valid apabila nilai koefisien bertanda negatif dan signifikan secara statistik (Gujarati, 2014).

E. Tahapan Analisis Data

1. Analisis Data

a) Uji Stasioneritas

Stasioner merupakan tidak adanya perubahan data yang drastis. Penggunaan data *time series* menghendaki data harus stasioner atau tidak mengandung *random walk* (Widarjono, 2018). Pengujian unit akar dapat menggunakan *Augmented Dickey Fuller Test* (ADF Test). Apabila dalam penggunaan data *time series* tidak stasioner pada tingkat level I(0), maka stasioneritas data dapat dilakukan pada tingkat *first difference* atau I(1) dan *second difference* atau I(2). Hipotesis yang digunakan dalam pengujian unit akar adalah :

$H_0 = 0$: Terdapat unit root

$H_a \neq 0$: Tidak ada unit root

Apabila dari hasil pengujian ditemukan bahwa nilai statistik ADF lebih besar dari nilai kritis ADF pada taraf signifikan dan prob lebih kecil dari taraf signifikan 5% maka H_0 ditolak atau tidak terdapat unit root sehingga data stasioner (Widarjono, 2018).

b) Uji Kointegrasi

Menurut Gujarati and Porter (2009) sekumpulan variabel dapat dikatakan terkointegrasi apabila memiliki hubungan keseimbangan jangka panjang. Penelitian ini menggunakan uji kointegrasi dengan metode *Engel Granger* yang mendeteksi adanya hubungan jangka panjang melalui uji stasioneritas yang dilakukan pada nilai residual (*error*) hasil regresi. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian *Engle Granger* adalah :

H_0 : Terdapat kointegrasi antara variabel bebas dan variabel terikat

H_a : Tidak terdapat kointegrasi antara variabel bebas dan terikat

Apabila dari hasil pengujian ditemukan bahwa nilai absolut ADF lebih besar dari nilai kritis ADF pada taraf signifikan dan prob lebih kecil dari taraf signifikan 5% maka H_0 diterima atau terdapat kointegrasi antara variabel bebas dan variabel terikat (Widarjono, 2018).

2. Error Corection Model (ECM)

Adanya kointegrasi mengindikasikan terjadinya keseimbangan dalam jangka panjang, namun dalam jangka pendek memungkinkan tidak terjadinya keseimbangan, sehingga perlu dilakukan koreksi kesalahan dengan menggunakan *Error Correction Model* (ECM). Pendekatan model *Error Correction Model* (ECM) yang digunakan dalam penelitian ini merupakan model yang dikembangkan oleh Domowitz-El Badawi yang didasarkan pada kenyataan bahwa perekonomian berada dalam kondisi ketidakseimbangan. Model keseimbangan jangka panjang dalam penelitian ini adalah :

$$\ln CO2_t = \alpha + \beta_1 GDP_t + \beta_2 KE_t + \beta_3 IND_t + \varepsilon_t$$

Sedangkan model penyesuaian jangka pendek dalam penelitian ini dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$\Delta \ln CO2_t = \alpha + \beta_1 \Delta GDP C_t + \beta_2 \Delta KE_t + \beta_3 \Delta IND_t + \beta_4 ECT + \varepsilon_t$$

Dimana $ECT = GDP C_t + KE_t + IND_t - \ln CO2_t$

ECT mengindikasikan adanya penyesuaian menuju jangka panjang. $\Delta GDP C$, ΔKE , ΔIND yang merupakan variabel jangka pendek dalam persamaan. Dalam penelitian ini menggunakan model semi log atau lebih tepatnya model log-lin, dimana variabel terikatnya ditransformasikan kedalam model logaritma (Gujarati and Porter, 2009). Model estimasi yang menggunakan model semi log dalam interpretasi hasil estimasi adalah setiap nilai koefisien dari variabel bebas dikalikan 100, sehingga akan didapatkan nilai dalam bentuk persen (Gujarati and Porter, 2009).

3. Uji Asumsi Klasik

a) Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk menguji dan mengetahui apakah model regresi yang digunakan dimana variabel pengganggu atau residual dalam model terdistribusi normal (Widarjono, 2018). Uji normalitas dapat dilakukan dengan Histogram residual. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut :

H_0 : Terdistribusi normal

H_a : Tidak terdistribusi normal

Apabila dari hasil pengujian ditemukan bahwa nilai prob lebih besar dari taraf signifikan 5%, maka H_0 diterima atau residual terdistribusi normal (Widarjono, 2018).

b) Uji Multikolinieritas

Uji multikolinieritas dilakukan untuk mendeteksi apakah model regresi memiliki hubungan korelasi antar variabel independen. Pengujian multikolinieritas dalam penelitian ini menggunakan metode *Variance Inflation Factor* (VIF). Model dikatakan mengandung multikolinieritas atau tidak

didasarkan pada aturan main (*rule of thumb*) jika nilai VIF melebihi angka 10 maka dapat dikatakan model terdapat multikolinieritas. (Widarjono, 2018):

c) Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi dilakukan untuk mendeteksi apakah dalam model regresi yang digunakan terdapat korelasi antara kesalahan pengganggu pada periode waktu sekarang (t) dengan kesalahan pengganggu pada periode waktu sebelumnya (t-1) (Widarjono, 2018).. Untuk mendeteksi apakah terjadi masalah autokorelasi dalam model regresi dilakukan dengan *LM test*. Hipotesis yang digunakan dalam uji *LM Test* adalah :

H_0 : Tidak terjadi autokorelasi

H_a : Terjadi autokorelasi

Apabila dari hasil pengujian ditemukan bahwa nilai prob *chi-square* lebih besar dari taraf signifikan 5%, maka H_0 diterima atau tidak terjadi autokorelasi (Widarjono, 2018).

d) Uji Heterokedastisitas

Uji heterokedastisitas dilakukan untuk mendeteksi apakah model regresi terdapat ketidaksamaan varians dari hasil residual satu observasi ke observasi lain. Apabila hasil dari varians dan residual satu observasi ke observasi lain tetap sama maka model regresi dapat dikatakan homokedastisitas dan jika varians dan residual tidak sama maka dapat dikatakan terjadi masalah heterokedastisitas (Widarjono, 2018). Dalam penelitian ini untuk menguji masalah heterokedastisitas menggunakan metode *White*. Hipotesis yang digunakan dalam metode *White* adalah :

H_0 : Model Homokedastis

H_a : Model Heterokedastis:

Apabila dari hasil pengujian ditemukan bahwa jika nilai prob *chi-square* lebih besar dari taraf signifikan 5%, maka H_0 diterima atau model bersifat homokedastis (Widarjono, 2018).

e) Uji Stabilitas Model

Uji stabilitas model merupakan sebuah prosedur yang digunakan untuk mengetahui apakah parameter model bersifat stabil dalam periode penelitian (Widarjono, 2018). Dalam penelitian ini uji stabilitas model yang digunakan adalah *Cusum Test*. Pengujian ini didasarkan pada nilai kumulatif dari jumlah *recursive residual*. Berdasarkan Widarjono (2018) pengambilan keputusan didasarkan pada jika nilai kumulatif *recursive residual* berada dalam band maka dapat disimpulkan bahwa terdapat kestabilan parameter estimasi dalam periode penelitian. Sebaliknya jika nilai kumulatif *recursive residual* tidak berada dalam band maka dapat disimpulkan bahwa terdapat adanya ketidakstabilan parameter estimasi dalam periode penelitian (Widarjono, 2018).

4. Uji Hipotesis

a) Uji Parsial (Uji t)

Uji parsial digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variabel independen secara individu dalam menjelaskan variabel terikat. Pengujian ini dilakukan dengan melihat probabilitas t hitung, apabila probabilitas kurang dari taraf signifikansi sebesar 5% maka dapat disimpulkan bahwa variabel independen berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat (Widarjono, 2018). Selain itu pengujian ini juga dilakukan dengan membandingkan nilai t-hitung dengan nilai t-tabelnya, apabila nilai t-hitung lebih besar dibandingkan dengan nilai t-tabelnya maka dapat disimpulkan bahwa variabel independen yang digunakan berpengaruh signifikan. Hipotesis yang digunakan dalam penelitian adalah :

Hipotesis 1

$H_0 : \beta_1 \leq 0 \rightarrow$ GDP Per Kapita berpengaruh negatif dan signifikan terhadap Emisi karbon dioksida di Indonesia.

$H_a : \beta_1 > 0 \rightarrow$ GDP Per Kapita berpengaruh positif dan signifikan terhadap Emisi karbon dioksida di Indonesia.

Hipotesis 2

$H_0 : \beta_2 \leq 0 \rightarrow$ Konsumsi Energi berpengaruh negatif dan signifikan terhadap Emisi karbon dioksida di Indonesia.

$H_a : \beta_2 > 0 \rightarrow$ Konsumsi Energi berpengaruh positif dan signifikan terhadap Emisi karbon dioksida di Indonesia.

Hipotesis 3

$H_0 : \beta_3 \leq 0 \rightarrow$ Nilai Tambah Industri berpengaruh negatif dan signifikan terhadap Emisi karbon dioksida di Indonesia.

$H_a : \beta_3 > 0 \rightarrow$ Nilai Tambah Industri berpengaruh positif dan signifikan terhadap Emisi karbon dioksida di Indonesia.

b) Uji Simultan (Uji F)

Uji simultan digunakan untuk mengetahui seberapa besar variabel independen secara simultan atau bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (Gujarati and Porter, 2009). Hipotesis yang digunakan dalam uji F adalah :

$H_0 : \beta_1, \beta_2, \beta_3 = 0 \rightarrow$ Seluruh variabel independen secara simultan tidak berpengaruh terhadap Emisi karbon dioksida.

$H_a : \beta_1, \beta_2, \beta_3 \neq 0 \rightarrow$ Seluruh variabel independen secara simultan berpengaruh terhadap Emisi karbon dioksida.

Apabila dalam pengujian ditemukan hasil bahwa nilai F hitung lebih besar F tabel dengan taraf signifikansi 5% maka H_0 ditolak dan sebaliknya jika nilai F hitung lebih kecil F table dengan taraf signifikansi 5% maka H_0 diterima (Widarjono, 2018).

c) Uji Koefisien Determinasi (R^2)

Uji koefisien determinasi merupakan pengujian yang dilakukan untuk melihat seberapa besar daya kemampuan variabel independen dalam menerangkan variabel dependen pada model (Widarjono, 2018). Nilai R^2 berkisar antara $0 < R^2 < 1$ sehingga dapat disimpulkan jika nilai R^2 mendekati nol dapat diartikan bahwa kemampuan variabel independen dalam menjelaskan variabel terikat sangat terbatas, dan sebaliknya jika nilai R^2 mendekati satu dapat diartikan

bahwa kemampuan variabel independen memberikan semua informasi untuk memprediksi variasi variabel dependen (Widarjono, 2018).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

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

1. Variabel GDP Per Kapita (GDPC) berpengaruh positif dan signifikan terhadap Emisi Karbondioksida dalam jangka panjang maupun jangka pendek. Apabila GDP per kapita meningkat, maka Emisi karbon juga akan meningkat. Hal tersebut mengindikasikan adanya hubungan positif antara GDP per kapita dan Emisi karbon, dimana meningkatnya GDP per kapita akan berkontribusi terhadap kerusakan lingkungan dan menghambat pembangunan berkelanjutan yang rendah karbon di Indonesia.
2. Variabel Konsumsi Energi Fossil (KE) berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi Karbondioksida dalam jangka panjang maupun jangka pendek. Apabila Konsumsi energi fosil meningkat, maka Emisi karbon juga akan meningkat. Hal ini mengindikasikan adanya hubungan positif antara penggunaan bahan bakar fosil terhadap kerusakan lingkungan.
3. Variabel Nilai Tambah Industri (IND) berpengaruh positif dan signifikan terhadap Emisi Karbondioksida dalam jangka panjang maupun jangka pendek. Apabila nilai tambah industri meningkat, maka Emisi karbon juga akan meningkat. Hal ini mengindikasikan adanya hubungan positif antara nilai tambah industri terhadap kerusakan lingkungan.
4. Berdasarkan hasil uji simultan menunjukkan bahwa seluruh variabel bebas yaitu GDP Per Kapita (GDPC), Konsumsi Energi Fossil (KE), dan Nilai Tambah Industri (IND) secara simultan baik dalam jangka panjang maupun jangka pendek berpengaruh signifikan terhadap Emisi karbon yang mampu menurunkan kualitas lingkungan di Indonesia.

B. Saran

Saran yang disampaikan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Dalam rangka pembangunan berkelanjutan yang rendah karbon pemerintah Indonesia diharapkan mampu mengedukasi dan mengimplementasikan kebijakan ekonomi hijau dan ekonomi biru pada 34 provinsi. Sehingga seluruh aktivitas perekonomian mampu tumbuh selaras dengan lingkungan maupun makhluk hidup yang ada di dalamnya.
2. Dalam mengatasi Konsumsi energi fosil yang berlebihan pemerintah Indonesia diharapkan mampu mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap aktivitas ekonomi yang menggunakan bahan bakar fosil dengan menyediakan sumber energi baru terbarukan (EBT). Penggunaan batu bara dan minyak bumi dapat diminimalisir dengan penggunaan gas alam, biomassa, dan sinar matahari sebagai sumber energinya.
3. Dalam mengatasi kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh proses produksi pada sektor industri, pemerintah Indonesia diharapkan mampu mengimplementasikan kebijakan pengembangan industri berkelanjutan terutama pada sektor industri pertambangan dan manufaktur. Pemerintah Indonesia juga disarankan untuk mengarahkan sektor industri mengadopsi teknologi berkualitas tinggi yang ramah lingkungan. Selain itu pemerintah Indonesia juga dapat menetapkan *carbon tax* pada PLTU yang menggunakan batu bara sebagai sumber energinya.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, F. *et al.* (2022) 'The Environmental Impact of Industrialization and Foreign Direct Investment: Empirical Evidence From Asia-Pacific Region', 29 NO. 20, pp. 1–15.

Andreoni, J. and Levinson, A. (2001) 'The simple analytics of the environmental Kuznets curve', *Journal of Public Economics*, 80(2). doi: 10.1016/S0047-2727(00)00110-9.

Bahan Ajar Pelatihan Penilaian AMDAL (2009). Jakarta.

Bashir, A., Suteyo, D. and Suhel, S. (2020) 'Relationship between Urbanization, Economic Growth, Energy Consumption, and CO2 Emissions: Empirical Evidence from Indonesia'.

Baumol, W. J. and Blinder, A. S. (2011) *Economics Principles and Policy. (11th Ed.)*. United States of America. Cengage Learning.

Beckerman, W. (1992) 'Economic growth and the environment: Whose growth? whose environment?', *World Development*, 20(4). doi: 10.1016/0305-750X(92)90038-W.

British Petroleum Company (2019) *BP Statistical Review of World Energy 2019*.

British Petroleum Company (2021) *No Title*.

Buchanan and Stubblebine (1962) 'Externality', pp. 1–7.

Daly, A. and Zannetti, P. (2007) 'An Introduction to Air Pollution – Definitions, Classifications, and History', *Science And Technology*, pp. 1–14.

Darwanto *et al.* (2019) 'The Damaging Growth: An Empirical Evidence of

Environmental Kuznets Curve in Indonesia', *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(5), pp. 339–345.

Dasgupta, S. *et al.* (2002) 'Confronting the environmental Kuznets curve', *Journal of Economic Perspectives*, 16(1), pp. 147–168. doi: 10.1257/0895330027157.

Demissew Beyene, S. and Kotosz, B. (2020) 'Testing the environmental Kuznets curve hypothesis: an empirical study for East African countries', *International Journal of Environmental Studies*, 77(4). doi: 10.1080/00207233.2019.1695445.

Dosch, J. (2010) 'Balancing Trade Growth and Environmental Protection in ASEAN: Environmental issues in Trade and Investment Policy Deliberations in the Mekong subregion', *Environment*.

Ehrlich, P. R. and Holdren, J. P. (1972) 'A Bulletin Dialogue on "The Closing Circle," Critique: One-Dimensional Ecology', *Bulletin Atomic Science*.

Fadli, M. (2022) *Tinjauan Hukum Internasional Terhadap Optimalisasi Sustainable Development Goals dalam Pengelolaan Keanekaragaman Hayati di Indonesia*.

Fitria, Y. *et al.* (2020) 'Pelatihan Manajemen Keuangan Usaha Sebagai Upaya Peningkatan Income Generating Bagi Masyarakat Nelayan', *Journal of Community Services*, 2, No. 2, pp. 76–85.

Gessesse, A. T. and He, G. (2020) 'Analysis of carbon dioxide emissions, energy consumption, and economic growth in China', *Agricultural Economics (Czech Republic)*, 66(4). doi: 10.17221/258/2019-AGRICECON.

Ghozali, A., Pamungkas, A. and Santoso, E. B. (2015) 'Faktor Keseimbangan Lingkungan Terhadap Emisi Gas CO₂ di Wilayah Perkotaan Gresik', pp. 980–989.

Grossman, G. M. and Krueger, A. B. (1995) 'Economic growth and the environment', *Quarterly Journal of Economics*, 110(2). doi: 10.2307/2118443.

- Gujarati, D. (2014) *Dasar-dasar Ekonometrika, Dasar-dasar Ekonometrika*.
- Gujarati, D. N. and Porter, D. C. (2009) *Basic of Econometric, Fifth Edition., Econometrics*.
- Harris, J. M. and Brian, R. (2021) *Environmental and Natural Resouce Economics*. fifth. new york. doi: <https://doi.org/10.4324/9781003080640>.
- Indonesia, K. K. B. P. R. (2022) 'Ekonomi Hijau dan Pembangunan Rendah Karbon Mendorong Pertumbuhan Ekonomi dan Meningkatkan Kesejahteraan Sosial'.
- IPCC (2014) *Climate Change 2014: Synthesis Report. An Assesment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change*. Valencia, Spain.
- IPCC (2021) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. An Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Jinapor, J. A., Suleman, S. and Cromwell, R. S. (2023) 'Energy Consumption and Environmental Quality in Africa: Does Energy Efficiency Make Any Difference', 15(3).
- Kuznets, S. (1955) 'Economic Growth and Income Inequality. The American Economic Review', *Academy of Management Review*, 45(1), pp. 1–28. Available at: <http://www.jstor.org/stable/1811581>.
- Labiba, D. and Pradoto, W. (2018) 'Sebaran Emisi CO2 dan Implikasinya Terhadap Penataan Ruang Area Industri di Kabupaten Kendal', *Jurnal Pembangunan Kota*, 6 No. 2, pp. 164–173.
- Lundin, Nannan and Ng, S. (2009) 'Feasibility Study on EU-China Low Carbon Technology and Investment Demonstration Zones', pp. 7–11.
- Mahmood, H., Alkhateeb, T. T. Y. and Furqan, M. (2020) 'Industrialization, urbanization and CO2 emissions in Saudi Arabia: Asymmetry analysis', *Energy Reports*, 6. doi: 10.1016/j.egy.2020.06.004.
- Mangkoesoebroto, G. (2018) *Ekonomi Publik*. 3rd edn. BPFE-Yogyakarta.

Mankiw, N. G. (2003) 'Teori Makro Ekonomi Terjemahan', *Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama*.

Mankiw, N. G. and Taylor, M. P. (2011) *Principles of Economics, Second Edition, Book*.

Mirzae, M. and Bekri, M. (2017) 'Energy Consumption and CO₂ emission in Iran, 2025', *environmental research*, 154, pp. 345–351. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.01.023>.

Nasional, D. E. (2019) *Outlook Energi Indonesia 2019*.

Nikensari, S. I., Destilawati, S. and Nurjanah, S. (2019) 'STUDI ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE DI ASIA: SEBELUM DAN SETELAH MILLENNIUM DEVELOPMENT GOALS', *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 27(2). doi: 10.14203/jep.27.2.2019.11-25.

Nur Faizah, Laut, L. T. and Jalunggono, G. (2021) 'Analisis Determinan Degradasi Lingkungan: Pengujian EKC di 9 Negara Asean Periode 2000-2017', 3 Nomor 2, pp. 463–480.

Osobajo, O. A. *et al.* (2020) 'The Impact of Energy Consumption and Economic Growth on Carbon Dioxide Emissions', 12 (9). doi: <https://doi.org/10.3390/su12197965>.

Owen, A. D. (2004) 'Environmental externalities, market distortions and the economics of renewable energy technologies', *Energy Journal*, 25(3). doi: 10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol25-No3-7.

Panayotou, T. (2000) 'Economic Growth and the Environment Paper prepared for and presented at the Spring Seminar of the United Nations Economic Commission for Europe, Geneva, March 3', *Harvard University and Cyprus International Institute of Management*, p. 49.

'Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999' (1999).

Perkins, H. C. (1974) *Air Pollution*.

- Pramudianto, A. (2016) 'Dari Kyoto Protocol 1997 ke Paris Agreement 2015 : Dinamika Diplomasi Perubahan Iklim Global dan Asean Menuju 2020', *Jurnal Politik Internasional*, 18 (1).
- Prasetyanto, P. K. and Sari, F. (2021) 'Environmental Kuznets Curve: Economic Growth with Environmental Degradation in Indonesia', *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(5), pp. 622–628.
- Purwanta, W. (2010) 'Penghitung Emisi Karbon Dari Lima Sektor Pembangunan Berdasar Metode IPCC dengan Verifikasi Faktor Emisi Data Aktivitas Sosial', 11, pp. 71–77.
- Rusydy, N. and Mansur, U. (2022) 'Implementasi Konsep Blue Economy dalam Pembangunan Masyarakat Pesisir di Masa New Normal', 1, No. 1, pp. 75–82.
- Sarkodie, S. A. and Ozturk, I. (2020) 'Investigating the Environmental Kuznets Curve hypothesis in Kenya: A multivariate analysis', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 117. doi: 10.1016/j.rser.2019.109481.
- Satrovic, E. and Adedoyin, F. F. (2022) 'An Empirical Assessment of Electricity Consumption and Environmental in The Presence of Economic Complexities', *Environmental Science and Pollution Research*, 29, pp. 78330–78344.
- Schiller, B. R. (2000) 'The Macro Economy Today', p. 452.
- Shaharir, & alinor (2013) 'The Need for a New Definition os Sustainability', *Journal of Indonesian Economy and Business*, 28, pp. 251–258.
- Soedomo, M. (2001) 'Kumpulan karya ilmiah pencemaran udara', *ITB Bandung*.
- Spilker, G., Vally, K. and Thomas, B. (2017) 'International Political Economy and The Environment', *Oxford Research Encyclopedia*.
- Stern, A. C. (1976) 'Air pollution standards: An overview', *Journal of Occupational Medicine*, 18(5). doi: 10.1097/00043764-197605000-00003.
- Suarni (2015) *Fungsi Pemerintah Daerah Terhadap Pemberdayaan Koperasi di Kabupaten Jeneponto*. Universitas Hasanuddin.

Tambunan, T. (2001) 'Perekonomian Indonesia: Teori dan Temuan Empiris', *Ghalia Indonesia*, 7(2).

Teknologi, B. P. dan P. (2018) *Outlook Energi Indonesi 2018*. Jakarta.

Todaro, Michael.P dan Smith, S. C. (2006) 'Pembangunan Ekonomi, Edisi Kesembilan.', *Annals of Tourism Research*.

Wahyudi, H. and Palupi, W. A. (2023) 'What is the Short-term and Long Term Relationship between Renewable Energy and Investment in Economic Growth?', *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(3), pp. 46–55. doi: <https://doi.org/10.32479/ijeep.14081>.

Widarjono, A. (2018) *Ekonometrika: Pengantar dan Aplikasinya, Edisi Keempat, UPP STIM YKPN*.

Wijono, W. (2005) 'Mengungkap Sumber-Sumber Pertumbuhan Ekonomi Indonesia dalam Lima Tahun Terakhir', *Jurnal Manajemen dan Fiskal*.

WMO (2018) *WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2017, World Meteorological Organization*. Available at: http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/documents/WMO_1108_EN_web_000.pdf.

WMO (2021) *State of Global Climate 2021: Extreme Events and Major Impacts*.

world bank (2021) *World Development Indicator*.

world bank (no date) *What is the difference between Foreign Direct Investment (FDI) net inflows and net outflows?* Available at: <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/114954-what-is-the-difference-between-foreign-direct-inve>.

WRI (2016) *Menginterpretasikan INDC: Menilai Transparansi Target Emisi Gas Rumah Kaca Pasca-2020 dari 8 Negara Penyumbang Emisi Terbesar*.

Yaniarsi, S. (2019) 'Pengaruh Global Terhadap Hukum Lingkungan di Indonesia', 17 Nomor 3, pp. 258–268.

Yuliantini, N. P. R. and Suwanto, D. S. R. (2022) 'Ratifikasi Terhadap Traktat Persetujuan Paris (Paris Agreement) Sebagai Wujud Implementasi Komitmen Indonesia dalam Upaya Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim', *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan Undiksha*, 10(2).

Zhang, J. (2021) 'Environmental Kuznets Curve Hypothesis on CO2 Emissions: Evidence for China', *Journal of Risk and Financial Management*, 14(3). doi: 10.3390/jrfm14030093.

Zulaicha, ade ulfa, Hadi, S. and Yustirania, S. (2020) 'Analisis Determinasi Emisi CO2 di Indonesia Tahun 1990-2018', *Directory Journal of Economic*, 2(2), pp. 487–500.