

DETERMINAN INTENSITAS ENERGI DI NEGARA G20

(Tesis)

Oleh

CYNTHIA DIKNA SARI

NPM 2121021008



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

ABSTRAK

DETERMINAN INTENSITAS ENERGI DI NEGARA G20

Oleh

CYNTHIA DIKNA SARI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak Produk Domestik Bruto (PDB), Nilai Tambah Industri (NTI), Penduduk Perkotaan (POP), Perdagangan (TRD), dan *Foreign Direct Investment* (FDI) pada Intensitas Energi di negara G20. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan menggunakan analisis regresi data panel. Data yang digunakan adalah data sekunder yang mempunyai model regresi pada data panel tahun 1990-2021. Hasil penelitian menunjukkan bahwa NTI mempunyai hubungan positif dan signifikan berdampak pada peningkatan intensitas energi di negara-negara G20. Variabel PDB, Perdagangan dan POP memiliki hubungan negatif dan berpengaruh signifikan terhadap Intensitas Energi di negara G20. Sementara itu, variabel FDI tidak berpengaruh signifikan terhadap Intensitas Energi di negara G20. Berdasarkan hasil penelitian, Intensitas Energi di negara-negara G20 dipengaruhi oleh berbagai hal, variabel PDB, Perdagangan dan Penduduk Perkotaan mempunyai hubungan negatif dan signifikan intensitas energi. Ketiga variabel tersebut dapat menurunkan intensitas energi, sehingga semakin kecil nilai intensitas energi maka semakin efisien negara tersebut. Sementara variabel NTI mempunyai hubungan yang positif dan signifikan dengan intensitas energi, hal ini berarti apabila NTI mengalami peningkatan sebesar 1%, maka berdampak pada peningkatan intensitas energi di negara G20 sebesar 0,078 dengan asumsi ceteris paribus. NTI dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produktivitas dan pertumbuhan ekonomi, namun perlu diimbangi dengan upaya meningkatkan efisiensi energi. Pemerintah harus mempertimbangkan kebijakan untuk mengurangi ketergantungan pada energi intensif serta mengoptimalkan penggunaan energi dalam proses produksi.

Kata Kunci: Intensitas Energi, Produk Domestik Bruto, Nilai Tambah Industri, Penduduk Perkotaan, Perdagangan, *Foreign Direct Investment*, analisis data panel

ABSTRACT

DETERMINANTS OF ENERGY INTENSITY IN G20 COUNTRIES

By

CYNTHIA DIKNA SARI

This research aims to analyze the impact of Gross Domestic Product (GDP), Industrial Value Added (NTI), Urban Population (POP), Trade (TRD), and Foreign Direct Investment (FDI) on Energy Intensity in G20 countries. This research uses quantitative descriptive methods using panel data regression analysis. The data used is secondary data which has a regression model on panel data for 1990-2021. The research results show that NTI has a positive and significant impact on increasing energy intensity in G20 countries. The variables GDP, Trade and POP have a negative relationship and have a significant effect on Energy Intensity in G20 countries. Meanwhile, the FDI variable has no significant effect on Energy Intensity in G20 countries. Based on the research results, Energy Intensity in G20 countries is influenced by various things, the variables GDP, Trade and Urban Population have a negative and significant relationship with energy intensity. These three variables can reduce energy intensity, so that the smaller the energy intensity value, the more efficient the country. Meanwhile, the NTI variable has a positive and significant relationship with energy intensity, this means that if NTI increases by 1%, it will have an impact on increasing energy intensity in G20 countries by 0.078 with *ceteris paribus* assumptions. NTI can be used to increase productivity and economic growth, but this needs to be balanced with efforts to increase energy efficiency. The government must consider policies to reduce dependence on intensive energy and optimize energy use in production processes.

Keywords: Energy Intensity, Gross Domestic Product, Industrial Value Added, Urban Population, Trade, Foreign Direct Investment, panel data analysis

DETERMINAN INTENSITAS ENERGI DI NEGARA G20

Oleh

CYNTHIA DIKNA SARI

NPM 2121021008

Thesis

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

Pada

**Jurusan Magister Ilmu Ekonomi
Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung**



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

Judul Tesis : **DETERMINAN INTENSITAS ENERGI
DI NEGARA G20**

Nama mahasiswa : **Cynthia Dikna Sari**

No. Induk Mahasiswa : 2121021008

Program Studi : Magister Ilmu Ekonomi

Fakultas : Ekonomi dan Bisnis



[Handwritten signature]

Prof. Dr. Toto Gunarto, S.E., M.Si.
NIP. 19560325 198303 1002

[Handwritten signature]

Dr. Tiara Nirmala, S.E., M.Sc.
NIP. 198406152008122004

MENGETAHUI

2. Ketua Program Studi Magister Ilmu Ekonomi

[Handwritten signature]

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

Sekretaris : Dr. Tiara Nirmala, S.E., M.Sc.

Penguji I : Dr. Marselina, S.E., M.P.M

Penguji II : Dr. Neli Aida, S.E., M. Si.

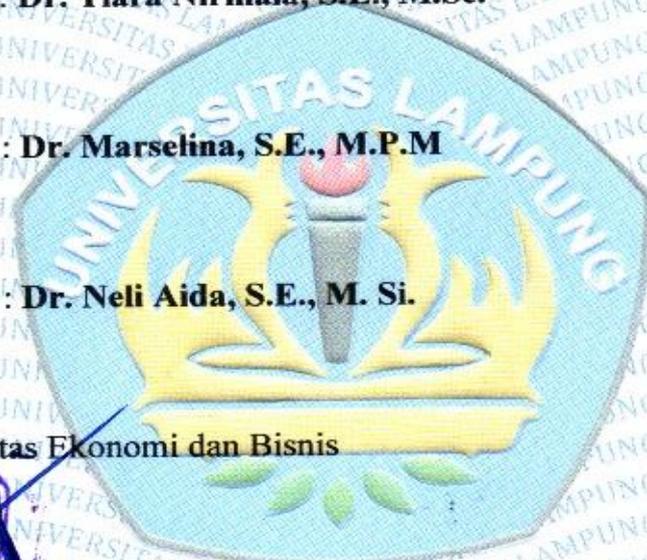
Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis

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

3. Direktur Program Pascasarjana

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

Tanggal Lulus Ujian Tesis : 11 Desember 2023



[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

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

Bandar Lampung, 15 Desember 2023

Penulis



Cynthia Dikna Sari
Cynthia Dikna Sari

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Cynthia Dikna Sari dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 20 Agustus 1997, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Andik Suharyanto dan Ibu Yusnawati.

Pendidikan yang telah ditempuh penulis yaitu Taman Kanak-Kanak (TK) PTPN VII Kedaton Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2002, SD Al-Azhar I Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2009, SMP Al-Kautsar Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2012, kemudian penulis melanjutkan di SMA Al-Kautsar Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2015. Adapun kegiatan yang diikuti yakni Alkautsar English Club (AEC) dan *Softball*.

Penulis melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri (PTN) Universitas Lampung di Jurusan Ekonomi Pembangunan dan memperoleh gelar sarjana pada tahun 2020. Kemudian pada tahun 2021 melanjutkan studi sebagai mahasiswa Magister Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis di Universitas Lampung.

MOTTO

“Cukuplah Allah menjadi penolong kami dan Allah adalah sebaik-baiknya pelindung.”

(QS. Ali Imran : 173)

“Niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat. Dan Allah Mahateliti terhadap apa yang kamu kerjakan”

(QS Al- Mujadalah 58 : 11)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri”

(QS Ar- Ra'd 13 : 13)

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“bismillahirrahmanirrahim”

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan nikmat yang diberikan, shalawat dan salam selalu tercurah kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW, Aku persembahkan karya terbaikku ini untuk

Kedua orang tua ku sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terimakasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Mama (Yusnawati) dan Papa (Andik Suharyanto).

Untuk dosen pembimbing dan dosen-dosen Fakultas Ekonomi dan Bisnis Jurusan Magister Ilmu Ekonomi yang telah memberikan motivasi, arahan, pelajaran, dan nasihat yang sangat membantu dan membangun.

Seluruh keluarga, sahabat dan teman-teman yang selalu ada untuk memberikan semangat, doa dan dukungan di setiap langkah.

Serta Almamater Tercinta, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan thesis yang berjudul “Determinan Intensitas Energi di Negara G20” sebagai syarat memperoleh gelar Magister Ilmu Ekonomi di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan bantuan dalam proses penyelesaian thesis ini. Sebagai wujud rasa hormat dan penghargaan, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A. IPM, selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Nairobi, S.E., M.Si. selaku Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si. selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Arvina Ratih, S.E., M.M. selaku Ketua Prodi Magister Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Lampung.
5. Bapak Prof. Dr. Toto Gunarto, S.E., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I Thesis yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dengan penuh kesabaran, memberikan saran, dan dukungan dalam menyelesaikan thesis ini.
6. Ibu Dr. Tiara Nirmala, S.E., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II Thesis yang telah meluangkan waktu untuk dan memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, memberikan saran, dan dukungan dalam menyelesaikan thesis ini.
7. Ibu Prof. Dr. Marselina, S.E., M.P.M. selaku Dosen Penguji I yang telah menyediakan waktu dan pikirannya untuk memberikan masukan, nasihat, dan saran yang membangun dalam proses penyelesaian thesis ini.
8. Ibu Dr. Neli Aida, S.E., M.Si. selaku Dosen Penguji II yang telah

menyediakan waktu dan pikirannya untuk memberikan masukan, nasihat, dan saran yang membangun dalam proses penyelesaian tesis ini.

9. Seluruh dosen Jurusan Magister Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis yang telah membekali penulis dengan ilmu dan pengetahuan selama masa perkuliahan, serta para staf di lingkungan Fakultas Ekonomi dan Bisnis yang telah banyak membantu kelancaran proses tesis ini.
10. Mama tersayang, Yusnawati terima kasih untuk segala nya, terima kasih sudah berjuang, merawat, menyayangi, dan senantiasa menjadi support terbesar dalam hidupku. Ayahku tercinta, Andik Suharyanto terima kasih telah mendidik, memotivasi, dan mendukungku secara moral maupun materi. Adikku tersayang, Faninda dan Rayhan yang telah memberikan semangat, dan senantiasa menghibur penulis selama proses pembuatan tesis ini.
11. Rekan-rekan Jurusan Magister Ilmu Ekonomi angkatan 2021 yang tidak mampu penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas dukungan dan kebersamaannya.
12. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terima kasih atas doa, dukungan, dan semangatnya.

Semoga Allah SWT dengan Ridho-Nya membalas segala kebaikan dengan pahala yang berlipat ganda. Akhir kata, penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Akan tetapi, penulis berharap semoga tesis yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis pribadi dan pembaca lainnya. Aamiin.

Bandar Lampung, 15 Desember 2023

Penulis

Cynthia Dikna Sari

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	11
1.3. Tujuan Penelitian.....	12
1.4. Manfaat Penelitian	12
II. TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1. Tinjauan Teoritis	13
2.1.1. Teori Ekonomi Sumber Daya Alam	13
2.1.2. Teori Pertumbuhan Harrod Domar	14
2.1.3. Teori Pertumbuhan Penduduk	15
2.1.4. Teori Investasi Asing Langsung.....	15
2.1.5. Teori Fungsi Produksi.....	16
2.1.6. <i>The Environmental Kuznets Curve (EKC)</i>	16
2.1.7. Intensitas Energi	Error! Bookmark not defined.
2.1.8. Teori Perdagangan	18
2.2. Penelitian Sebelumnya	19
2.3. Kerangka Pemikiran.....	24
2.4. Hipotesis	24
III. METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1. Jenis dan Sumber Data	25
3.2. Ruang Lingkup Penelitian.....	26
3.3. Definisi Operasional Variabel	26
3.3.1. Intensitas Energi	26

3.3.2. Produk Domestik Bruto (PDB)	26
3.3.3. Nilai Tambah Industri	27
3.3.4. Populasi	28
3.3.5. Perdagangan	28
3.3.6. <i>Foreign Direct Investment</i> (FDI)	28
3.4. Metode Analisis	29
3.4.1. Pemilihan Model (Teknik Estimasi) Regresi Data Panel	32
3.4.2. Pengujian Asumsi Klasik	35
3.4.3. Uji Kelayakan (<i>Goodness of Fit</i>) Model Regresi Data Panel	38
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1. Analisis Statistik Deskriptif	40
4.2. Analisis Data Panel	44
4.3. Pembahasan Hasil Penelitian	50
4.4. Pembahasan Hasil Penelitian (<i>Individual Effect</i>)	58
V. KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1. Kesimpulan	66
5.2. Saran	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Sebelumnya	18
2. Variabel dan Sumber Data	22
3. Hasil Analisis Statistik Deskriptif	39
4. Hasil Analisis Statistik Deskriptif Intensitas Energi	40
5. Hasil Analisis Statistik Deskriptif Produk Domestik Bruto (PDB)	40
6. Hasil Analisis Statistik Deskriptif Nilai Tambah Industri	41
7. Hasil Analisis Statistik Deskriptif Populasi Perkotaan	41
8. Hasil Analisis Statistik Deskriptif Perdagangan	42
9. Hasil Analisis Statistik Deskriptif Foreign Direct Investment (FDI)	42
10. Tabel Uji Chow	43
11. Tabel Uji Hausman	44
12. Uji Lagrange Multiplier	44
13. Deteksi Multikolinearitas	46
14. Hasil Estimasi	46
15. Hasil Uji T-Statistik	47
16. Hasil Pengujian F-Statistik	48
17. Hasil Uji Koefisien Determinasi (R^2)	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Intensitas Energi di Negara G20	5
2. PDB Negara G20.....	6
3. Nilai Tambah Industri di Negara G20.....	6
4. Populasi Perkotaan di Negara G20	7
5. Perdagangan di Negara G20.....	8
6. <i>Foreign Direct Investment</i> (FDI) di Negara G20.....	9
7. Keterkaitan antara SDA dan kegiatan ekonomi	13
8. Kurva <i>U-Shape</i>	17
9. Kerangka Pemikiran.....	24
10. Tahapan Analisis Regresi Data Panel.....	31

I. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Energi merupakan faktor penting bagi negara-negara untuk mencapai pembangunan berkelanjutan. Pada pertemuan negara G20 yang terdiri dari negara Afrika Selatan, Amerika Serikat, Arab Saudi, Argentina, Australia, Brasil, India, Indonesia, Inggris, Italia, Jepang, Jerman, Kanada, Meksiko, Republik Korea, Rusia, Perancis, Tiongkok, Turki, dan Uni Eropa. Pemerintah memiliki prioritas isu transisi energi, merupakan bagian dari upaya mitigasi perubahan iklim. Dalam *Energy Transition Working Group* (ETWG) G20 terdapat tiga isu utama terkait transisi energi yakni akses, optimalisasi teknologi dan pembiayaan. Negara-negara G20 menyumbang sekitar 75% dari permintaan kebutuhan energi global, 80% emisi gas rumah kaca global, dan 60% populasi dunia. Oleh karena itu, negara-negara G20 mempunyai tanggung jawab besar dan peran strategis dalam mendorong penggunaan energi bersih ramah lingkungan (OECD, 2021). ETWG berfokus pada keamanan energi, aksesibilitas, dan efisiensi serta transisi menuju sistem energi rendah karbon, termasuk juga investasi dan inovasi dalam teknologi yang lebih bersih dan efisien.

G20 (*Group of Twenty*) adalah organisasi internasional yang terdiri dari 19 negara maju dan Uni Eropa. Salah satu tujuannya adalah mempromosikan kerja sama ekonomi dan kebijakan keuangan global. Dalam konteks transisi energi, G20 menekankan pentingnya meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan mengurangi dampak dari emisi gas rumah kaca. G20 juga menyokong pengembangan teknologi energi terbarukan dan mempromosikan investasi dalam infrastruktur energi. Sebagai bagian dari upaya tersebut, G20

memiliki deklarasi dan target-target yang terkait dengan transisi energi dan pengurangan emisi gas rumah kaca. Negara-negara anggota juga berkolaborasi untuk meningkatkan akses terhadap sumber energi yang lebih ramah lingkungan serta terjangkau (OECD, 2021).

Dibawah presidensi G20 Indonesia tahun 2022, negara G20 mendorong peningkatan energi bersih (transisi energi) menjadi prioritas bagi pemimpin negara G20. Upaya ini berusaha untuk mengatasi masalah sosial, dampak lingkungan dan ekonomi serta mendorong transisi energi yang adil dan inklusif. Implementasi kerja meningkatkan keamanan energi dan stabilitas serta keterjangkauan pasar, mengamankan infrastruktur dan sistem pasokan energi, meningkatkan efisiensi energi, berkolaborasi dalam mobilitas sumber keuangan, meningkatkan inovasi teknologi, mendorong penelitian dan pengembangan (G20, 2022). Komponen penting dalam ETWG G20 dalam mempercepat transisi energi yaitu mengamankan aksesibilitas energi, meningkatkan inovasi teknologi dan meningkatkan pembiayaan untuk energi bersih.

Pertumbuhan hijau dirancang untuk mendorong pertumbuhan ekonomi dan pembangunan ekonomi dengan menggunakan sumber daya alam secara berkelanjutan, menggunakan sumber daya alam yang ramah lingkungan secara efisien, meminimalkan polusi dan dampak lingkungan serta tahan terhadap bencana. Selain itu, pertumbuhan hijau menekankan pada kemajuan ekonomi yang ramah lingkungan untuk mendorong pengurangan emisi dan pembangunan yang inklusif secara sosial. Pertumbuhan ramah lingkungan juga penting untuk mengatasi dampak perubahan iklim dan terkait erat dengan konsep ekonomi hijau yang bertujuan untuk menyeimbangkan dan meningkatkan kesejahteraan sosial, sekaligus secara signifikan mengurangi risiko kerusakan lingkungan dan kelangkaan ekologi (*World Bank, 2022*).

Kinerja perekonomian di tengah emisi CO₂ bergantung pada beberapa faktor, antara lain tingkat industrialisasi dan ketergantungan negara pada bahan bakar fosil, efektivitas kebijakan pemerintah yang ditujukan untuk mengurangi emisi, dan tingkat investasi dalam teknologi rendah karbon. Secara umum,

negara-negara yang telah mengambil langkah-langkah transisi menuju ekonomi rendah karbon yang lebih berkelanjutan mampu mempertahankan kinerja ekonomi yang kuat, sementara negara-negara yang belum mengambil langkah mungkin akan menghadapi tantangan di masa depan karena dampak perubahan iklim yang semakin terasa. Untuk menyeimbangkan pertumbuhan ekonomi dengan perlindungan lingkungan, penting bagi pemerintah untuk menerapkan kebijakan yang mendorong pengembangan teknologi bersih dan mencegah penggunaan sumber energi intensif karbon.

Beberapa negara G20 telah mulai mengembangkan strategi nasional untuk pengelolaan energi yang berkelanjutan, produktivitas sumber daya atau ekonomi sirkular. Di negara G20, efisiensi sumber daya sudah menjadi agenda sejak 2017 dan tahunan pada Dialog Efisiensi Sumber Daya G20 yang telah diadakan, berupaya menyediakan platform untuk bertukar pandangan, pengalaman kebijakan dan praktik yang baik. Visi negara G20 kedepan dapat lebih memajukan kerja sama efisiensi sumber daya dan ekonomi sirkular (OECD, 2021).

Dalam analisis *outlook energy* menunjukkan bahwa upaya menuju sistem energi yang lebih bersih dapat terjadi karena kebijakan pemerintah seluruh dunia, termasuk kebijakan energi di Amerika, European Union, *green transformation programme* di Jepang, energi terbarukan dalam bauran energi di Korea dan target energi bersih di negara China dan India (*International Energy Agency*, 2022).

Pemerintah Indonesia juga berkomitmen untuk mempercepat transisi energi. Selain menetapkan target bauran energi dari energi terbarukan (EBT) sebesar 23% pada tahun 2025, Presiden juga menegaskan komitmen Indonesia untuk mencapai *net zero emission* (NZE) pada tahun 2026 atau lebih cepat. Salah satu langkahnya adalah dengan mengurangi dan menghilangkan penggunaan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Pemerintah menerapkan pajak karbon dengan tarif sebesar Rp 30/kg karbon CO₂. Isu efisiensi energi di Indonesia masih belum mendapat perhatian yang cukup. Beberapa dokumen perencanaan energi masih menekankan kebijakan penyediaan energi dan diversifikasi

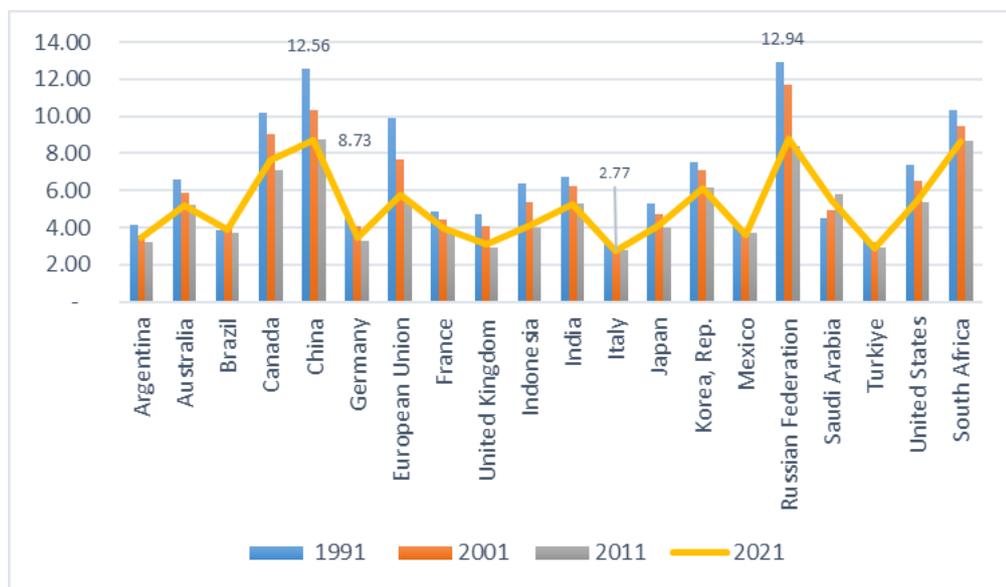
energi. Padahal beberapa sumber menyatakan bahwa program penghematan energi, apabila berhasil, dapat menekan kebutuhan energi sehingga nantinya dapat menghindari kebutuhan investasi dalam hal penyediaan energi seperti contoh dalam hal pembangkit listrik (Dewan Energi Nasional (DEN), 2021).

Secara umum, ada dua indikator utama dalam menilai efisiensi energi, yaitu intensitas energi dan elastisitas energi. Intensitas energi menunjukkan besaran energi yang dibutuhkan oleh satu unit level aktivitas, yang dalam hal ini dapat berupa output produksi, nilai tambah yang dihasilkan atau juga berupa populasi penduduk untuk sektor rumah tangga dan populasi kendaraan di sektor transportasi. Sementara elastisitas energi menunjukkan berapa tingkat pertumbuhan energi yang dibutuhkan untuk mengimbangi pertumbuhan level aktivitas. Efisiensi energi dan pengembangan sumber energi bersih alternatif merupakan elemen penting untuk mencapai tujuan perubahan iklim global (Gallastegui et al., 2015).

Kebijakan sosial yang lebih luas untuk memanfaatkan sinergi dengan lebih baik dan meminimalkan *trade-off* antara tujuan sosial, ekonomi dan lingkungan hidup, termasuk pertimbangan kebijakan pasar tenaga kerja yang dapat memfasilitasi transisi menuju struktur ekonomi yang lebih ramah lingkungan dan komprehensif. Perspektif hijau bukan suatu isu yang asing bagi Indonesia. Strategi pembangunan Indonesia menyebutkan empat pilar pembangunan yaitu pro-pertumbuhan, pro-lapangan kerja, pro-masyarakat miskin, dan pro-lingkungan hidup. Hal ini mencerminkan tujuan pembangunan ekonomi Indonesia yang tidak hanya mendorong pertumbuhan namun juga memperhatikan kelestarian lingkungan dan pengentasan kemiskinan. Untuk mencapai pertumbuhan hijau, Indonesia harus mempertimbangkan kondisi dan daya dukung sumber daya lahan baik untuk lahan pertanian, perkebunan, hutan, dan kawasan laut serta kandungan sumber daya alam, baik sumber daya tak terbarukan maupun terbarukan (DEN, 2021).

Kegiatan energi tercermin dalam pertumbuhan ekonomi, populasi atau produksi. Sedangkan intensitas energi adalah konsumsi energi per nilai PDB atau per jumlah penduduk atau per jumlah produksi dalam jangka waktu

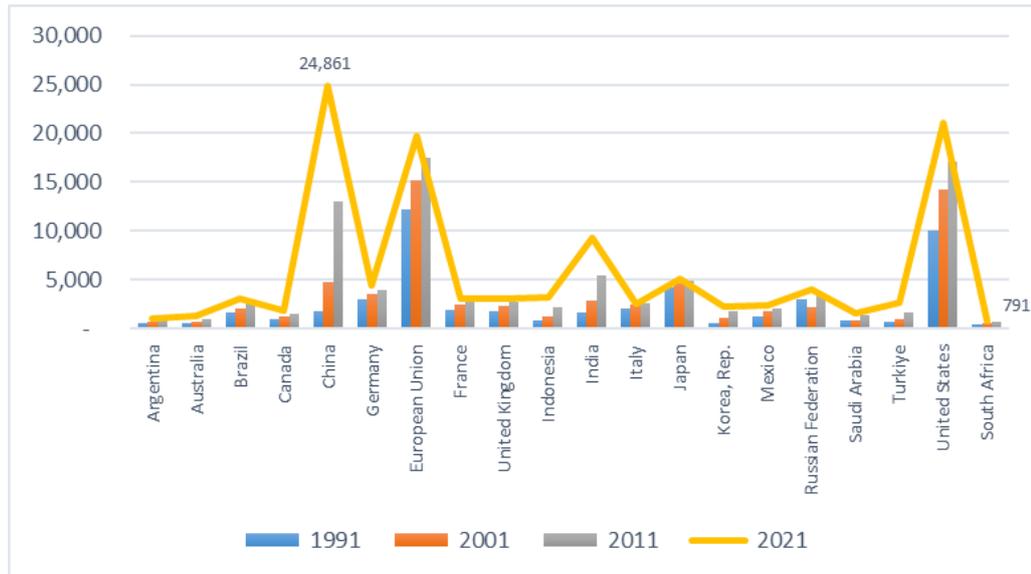
tertentu. Intensitas energi dapat diasumsikan tetap konstan selama periode simulasi atau menurun untuk mewakili peningkatan efisiensi energi (DEN, 2021). Hubungan antara energi dan pertumbuhan berkelanjutan berkaitan erat dengan efisiensi energi. Semakin efektif suatu negara dalam mengelola energinya maka semakin efisien pula negara tersebut. Efisiensi energi juga menjadi salah satu indikator tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs) (Azaliah & Hartono, 2020). Berdasarkan data intensitas energi dari tahun 2000 hingga 2019, kondisi intensitas energi di negara G20 memiliki trend cenderung menurun pada kurun waktu tahun 2000-2019.



Gambar 1. Intensitas Energi di Negara G20

Sumber: *World Bank Data*

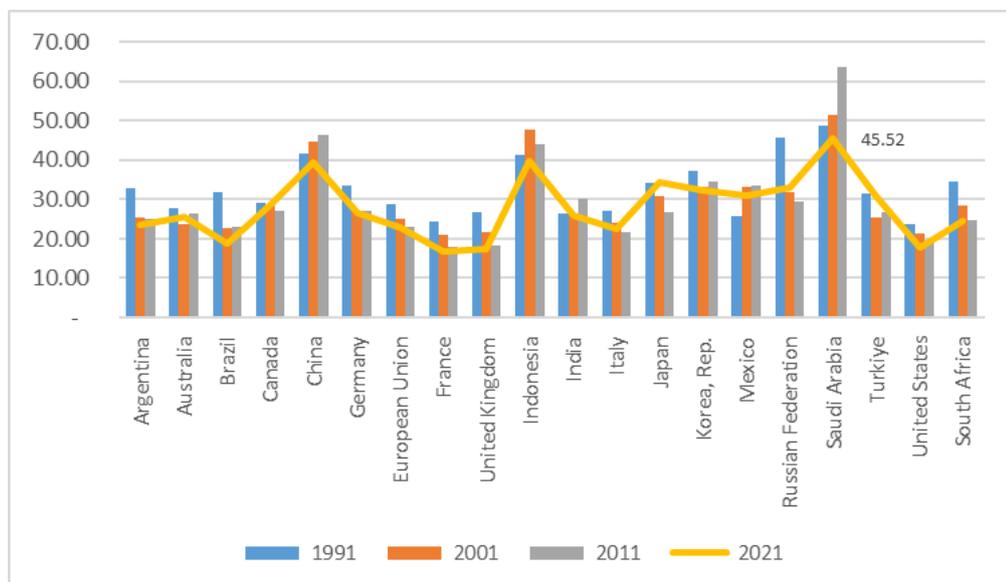
Struktur ekonomi negara-negara G20 bervariasi, tergantung pada sumber daya, tahapan pembangunan, demografi dan spesialisasi ekonomi. Dengan demikian, tingkat produktivitas sumber daya dan konsumsi perkapita di seluruh keanggotaan G20 memiliki perbedaan. Negara dengan produktivitas sumber daya tertinggi cenderung perekonomiannya berfokus pada layanan dan produk bernilai tinggi, seperti Amerika Serikat, Italia atau Jepang. Negara-negara dengan ekonomi lebih bergantung pada galian sumber daya material cenderung memiliki tingkat produktivitas material yang lebih rendah, seperti India, Brazil atau China (OECD, 2021).



Gambar 2. PDB Negara G20

Sumber: *World Bank Data*

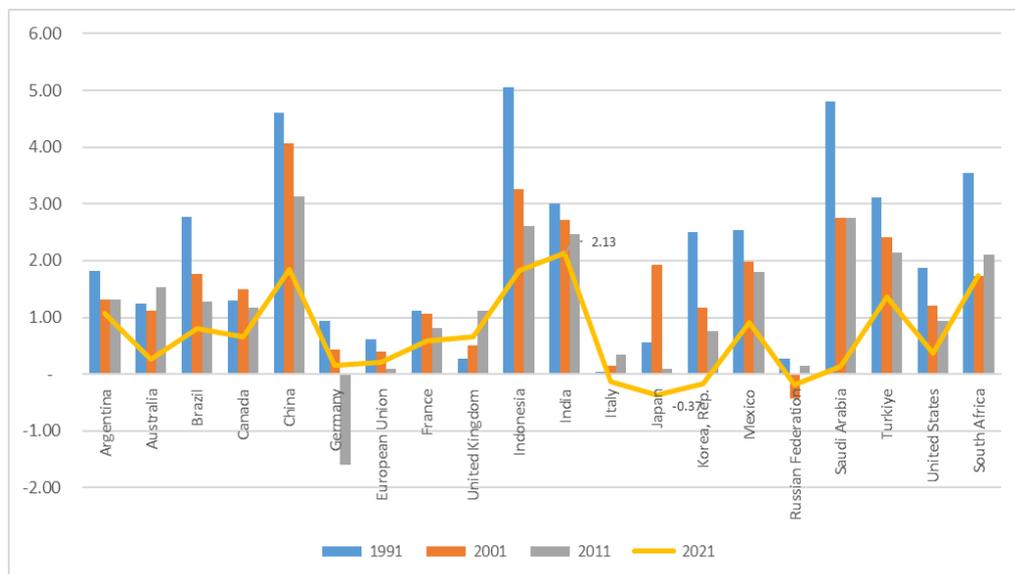
Nilai tambah industri termasuk nilai tambah pada pertambangan, manufaktur, konstruksi, listrik, air dan gas diukur sebagai presentase dari PDB. Nilai tambah adalah output bersih suatu sektor setelah menjumlahkan semua output dan mengurangi input antara (World Bank, 2022).



Gambar 3. Nilai Tambah Industri di Negara G20

Sumber: *World Bank Data*

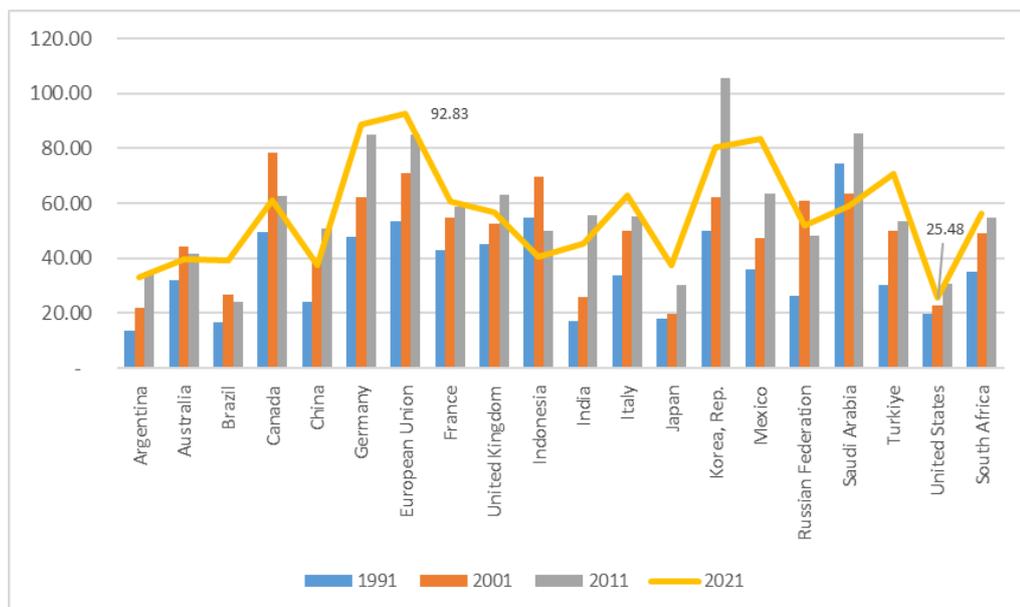
Kecenderungan urbanisasi dan standar hidup yang lebih tinggi akan menyebabkan kebutuhan energi yang sangat tinggi digunakan di perkotaan. Pada tahun 2050, 55% populasi global diperkirakan akan tinggal di daerah perkotaan (OECD, 2021). Perkotaan mewakili hampir dua pertiga dari permintaan energi global, menghasilkan hingga 50% limbah padat dan bertanggung jawab atas 70% emisi gas rumah kaca. Secara global, di tingkat perkotaan, konsumsi bahan diperkirakan tumbuh dari 40 miliar ton pada tahun 2010 menjadi 90 miliar ton pada tahun 2050, sebagian besar didorong oleh permintaan bahan bangunan di negara berkembang. Dengan demikian, kota akan memainkan peran kunci dalam transisi dari ekonomi linier ke ekonomi sirkular. Kota memegang kompetensi penting untuk efisiensi sumber daya dan ekonomi sirkular, seperti limbah manajemen dan daur ulang, transportasi perkotaan, pasokan air dan sanitasi, penggunaan lahan dan perencanaan tata ruang. Layanan ini sering dikelola di tingkat kota dan penyelarasan sumber daya subnasional dan nasional inisiatif efisiensi penting untuk maju menuju ekonomi yang lebih sirkular (OECD, 2021). Dapat dilihat berdasarkan data *world bank* populasi perkotaan cenderung mengalami peningkatan dai tahun 1990-2021 di negara G20.



Gambar 4. Populasi Perkotaan di Negara G20

Sumber: *World Bank Data*

Saat mempertimbangkan total penggunaan material energi memperhitungkan semua bahan baku yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Permintaan akhir untuk barang mengalami peningkatan produktivitas material lebih rendah di sebagian besar negara G20. Per kapita untuk material di seluruh G20 rata-rata 30% lebih tinggi, daripada material domestik per kapita konsumsi. Hal ini mengindikasikan pergeseran kegiatan ekonomi padat material di luar negeri. Pengimpor bersih cenderung negara-negara UE, Jepang dan Korea Selatan, sedangkan pengeksport bersih termasuk Rusia, Saudi Arab, Afrika Selatan, Australia, dan Tiongkok. Diperlukan upaya terkoordinasi antara negara pengimpor dan pengeksport (yaitu antara negara G20 dengan surplus dan defisit perdagangan material) untuk meningkatkan efisiensi sumber daya seiring meningkatnya nilai rantai global (OECD, 2021).

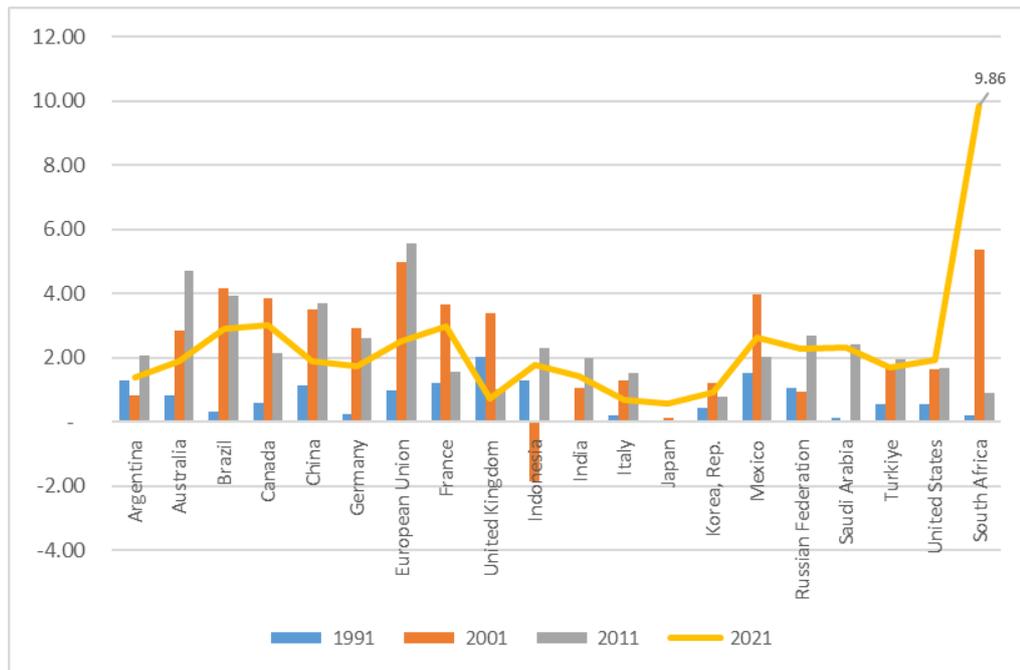


Gambar 5. Perdagangan di Negara G20

Sumber: *World Bank Data*

Kerangka kerja kebijakan nasional dan internasional perlu mengarusutamakan efisiensi sumber daya dan menangani transisi ke ekonomi sirkular sebagai tantangan kebijakan ekonomi menyeluruh. Kebijakan lintas sektoral, seperti strategi inovasi, investasi dan pendidikan, harus mengintegrasikan tujuan efisiensi sumber daya. Mendukung inovasi dalam usaha kecil dan menengah

(UKM) dapat membantu pertumbuhan ekonomi, sambil mengarusutamakan efisiensi sumber daya ke dalam rencana dan strategi investasi dapat mendukung pembangunan yang lebih hemat sumber daya dan rendah karbon. Menilai seperangkat keterampilan yang dibutuhkan untuk transisi ke ekonomi sirkular akan membantu menyesuaikan program pendidikan dan pelatihan.



Gambar 6. *Foreign Direct Investment (FDI) di Negara G20*

Sumber: *World Bank Data*

Kajian terkait determinan intensitas energi di Indonesia adalah kajian yang dilakukan oleh Azaliah & Hartono (2020) yang mengkaji peran PDRB per kapita, keterbukaan perdagangan, proporsi sektor industri, kepadatan penduduk, dan *Foreign Direct Investment (FDI)* per kapita terhadap intensitas energi di Indonesia. Dalam penelitian tersebut menggunakan data yang terbatas pada tahun 2008-2015. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa intensitas energi pada level provinsi di Indonesia sangat ditentukan oleh aktivitas ekonomi daerah. Peran sektor industri dalam mempengaruhi intensitas energi cukup dominan dan juga didukung oleh temuan pada variabel keterbukaan perdagangan dan FDI per kapita. Oleh karena itu, kebijakan di sektor industri akan sangat memengaruhi tercapainya target pemerintah terkait

dengan kebijakan energi dalam upaya menurunkan 1% intensitas energi per tahun.

Penelitian M Syahgar Ilhaq dan Wildan (2022) juga menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi intensitas energi di Indonesia dengan menggunakan variable-variabel ekonomi. Data yang digunakan yaitu Intensitas Energi, Pendapatan Perkapita, Harga Energi, Kepadatan Penduduk, FDI, dan Perdagangan terbuka pada tahun 1981-2021. Hasil dari penelitian ini yaitu pendapatan perkapita dan perdagangan terbuka berpengaruh negatif baik jangka panjang dan jangka pendek terhadap intensitas energi. Sedangkan harga energi, kepadatan penduduk, dan *foreign direct investment* berpengaruh positif baik jangka panjang dan jangka pendek terhadap intensitas energi. Peranan dari teknologi terbarukan dan energi alternatif menjadi pengaruh terbesar dalam menurunkan angka intensitas energi dalam mendukung pembangunan ekonomi dan *sustainable economy*.

Penelitian terkait intensitas energi juga telah dilakukan di berbagai negara diantaranya di European Union dan Rusia. Pada penelitian Filipović et al., (2015) bertujuan untuk menganalisis intensitas energi di negara-negara anggota European Union atau UE-28 untuk periode 1990-2012, dengan menetapkan determinannya, dan perkiraan ukuran dan signifikansi statistik dari efek masing-masing penentu intensitas energi. Data yang digunakan yaitu intensitas energi, harga energi, pajak energi, PDB, struktur harga listrik, konsumsi energi final, *growth of gross inland consumption*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa harga energi, pajak energi, PDB perkapita berpengaruh negatif terhadap intensitas energi. Sementara perumbuhan bruto, konsumsi energi final perkapita berpengaruh positif terhadap intensitas energi.

Penelitian intensitas energi di Russia pada penelitian Rudenko & Raschetova, (2018) bertujuan untuk menyelidiki bagaimana determinan yang berbeda telah memberikan kontribusi untuk penurunan intensitas energi Rusia. Variable yang digunakan yaitu Intensitas Energi, Oil, FDI, *Services Value Added*, *Share of Alternative* dan *Nuclear Energy*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa harga energi dan pangsa energi memiliki dampak signifikan berkorelasi

negatif terhadap perubahan intensitas energi. Kenaikan 1% harga minyak mentah riil diperkirakan akan mengurangi intensitas energi sekitar 0,26%, demikian pula dengan peningkatan 1% pangsa sumber energi alternatif diharapkan akan mengurangi intensitas energi sebesar 0,86%.

Studi mengenai determinan intensitas energi telah dilakukan di beberapa negara dengan berbagai metode namun belum ada yang melakukan pengukuran determinan menggunakan data panel di negara G20. Negara G20 yang pada saat ini berfokus pada transisi energi bersih serta memiliki peran strategis. Sehingga pengaruh intensitas energi terhadap pertumbuhan ekonomi, nilai tambah industri, jumlah penduduk, perdagangan dan investasi perlu dilakukan di negara G20. Penelitian ini berkontribusi untuk mengukur variabel-variabel yang mempengaruhi intensitas energi di negara-negara G20.

1.2.Rumusan Masalah

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

1. Apakah variabel Produk Domestik Bruto berpengaruh terhadap intensitas energi di negara G20?
2. Apakah variabel Nilai Tambah Industri berpengaruh terhadap intensitas energi di negara G20?
3. Apakah variabel Populasi berpengaruh terhadap intensitas energi di negara G20?
4. Apakah variabel Perdagangan berpengaruh terhadap intensitas energi di negara G20?
5. Apakah variabel *Foreign Direct Investment* (FDI) berpengaruh terhadap intensitas energi di negara G20?
6. Apakah variabel Produk Domestik Bruto, Nilai Tambah Industri, Populasi, Perdagangan dan FDI berpengaruh terhadap Intensitas Energi secara bersama-sama di negara G-20?

1.3.Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini:

1. Untuk mengetahui apakah variabel Produk Domestik Bruto berpengaruh terhadap intensitas energi di negara G20
2. Untuk mengetahui apakah variabel Nilai Tambah Industri berpengaruh terhadap intensitas energi di negara G20
3. Untuk mengetahui apakah variabel Populasi berpengaruh terhadap intensitas energi di negara G20
4. Untuk mengetahui apakah variabel Perdagangan berpengaruh terhadap intensitas energi di negara G20
5. Untuk mengetahui apakah variabel *Foreign Direct Investment* (FDI) berpengaruh terhadap intensitas energi di negara G20
6. Untuk mengetahui apakah variabel Produk Domestik Bruto, Nilai Tambah Industri, Populasi, Perdagangan dan FDI berpengaruh terhadap Intensitas Energi secara bersama-sama di negara G-20

1.4.Manfaat Penelitian

Dengan melakukan penelitian ini, dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menambah wawasan dan pengetahuan intensitas energi di negara G20
2. Dengan melakukan penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan penelitian selanjutnya mengenai topik intensitas energi
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan bagi pemerintah dan otoritas dalam menerapkan suatu kebijakan.

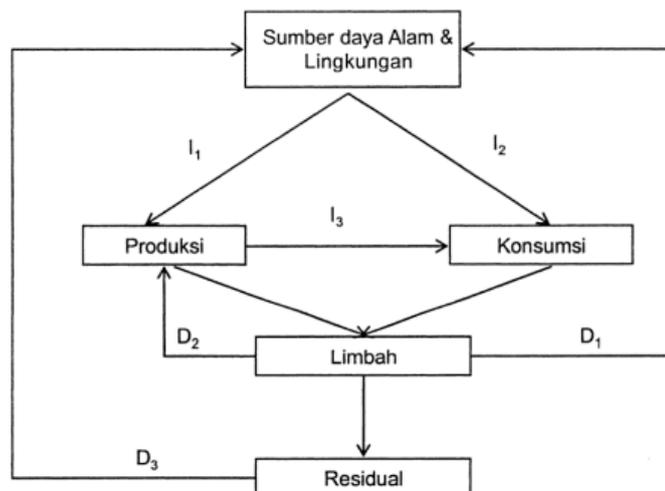
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Teoritis

Ada banyak teori yang menghubungkan intensitas energi dengan pertumbuhan ekonomi, nilai tambah industri, populasi perkotaan atau jumlah penduduk, perdagangan dan *Foreign Direct Investment* (FDI). Beberapa teori yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

2.1.1. Teori Ekonomi Sumber Daya Alam

Sumber daya alam merupakan faktor input bagi kegiatan perekonomian. Namun pengertian sumber daya tersebut tidak terbatas sebagai faktor *input* saja karena proses produksi juga akan menghasilkan *output* (misalnya limbah) yang kemudian menjadi faktor *input* bagi kelangsungan dan ketersediaan sumber daya alam (Fauzi, 2004). Hubungan antara sumber daya alam (SDA) dengan kegiatan ekonomi dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 7. Keterkaitan antara SDA dan kegiatan ekonomi

Sumber: (Fauzi, 2004)

Pada gambar di atas terlihat bahwa sumber daya alam menghasilkan barang dan jasa untuk proses industri yang berbasis sumber daya alam (I_1) dan sumber daya tersebut dikonsumsi langsung oleh rumah tangga (I_2). Dari proses industri dihasilkan barang dan jasa yang kemudian digunakan oleh rumah tangga untuk dikonsumsi (I_3). Produksi industri dan konsumsi rumah tangga menghasilkan sampah yang kemudian didaur ulang (D_1 dan D_2). Proses daur ulang ini ada yang langsung kembali ke alam dan lingkungan (misalnya proses pemurnian kembali ke air atau udara), ada juga proses yang kembali ke industri (D_2), seperti daur ulang kertas, botol plastik, dll. Dari limbah tersebut, komponen-komponen tertentu yang tidak dapat didaur ulang menjadi residu (D_3) dan akan kembali ke lingkungan tergantung pada daya serap atau asimilasinya.

2.1.2. Teori Pertumbuhan Harrod Domar

Teori pertumbuhan Harrod-Domar dikembangkan oleh dua ekonom pasca-Keynesian yaitu Roy F Harrod dan Evsev D Domar. Harrod pertama kali memaparkan teorinya pada tahun 1939 dalam *Economic journal* dengan judul *An essay on dynamic theory*, sedangkan domar mengemukakan teorinya pertama kali pada tahun 1947 dalam *American economic review* dengan judul *expansion and employment* (Yunianto, 2021). Pada hakikatnya, teori Harrod-Domar merupakan pengembangan dari teori makroekonomi Keynesian. Analisis Keynesian dinilai tidak efektif karena tidak mengungkap permasalahan perekonomian jangka panjang. Pada saat yang sama, teori Harrod-Domar menganalisis kondisi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan perekonomian dalam jangka panjang. Dengan kata lain, teori ini mencoba memenuhi syarat-syarat yang diperlukan bagi pertumbuhan dan perkembangan teratur suatu perekonomian (pertumbuhan yang stabil). Menurut teori Harrod Domar, pembentukan modal merupakan faktor penting penentu pertumbuhan ekonomi. Pembentukan modal tersebut dapat dicapai melalui proses akumulasi tabungan (Yunianto, 2021).

Harrod-Domar berperan penting dalam membentuk investasi selama pertumbuhan ekonomi suatu negara. Investasi dianggap sebagai faktor penting karena sekaligus mempunyai dua sifat atau peran yang berdampak terhadap

perekonomian yaitu: pertama, investasi berperan sebagai faktor yang dapat mempengaruhi perekonomian, yang berarti investasi mempengaruhi sisi permintaan. Kedua, investasi dapat meningkatkan kapasitas produktif perekonomian dengan meningkatkan stok modal, yang berarti investasi akan mempengaruhi dari sisi penawaran (Arsyad, 2010).

2.1.3. Teori Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk adalah perubahan jumlah penduduk di suatu wilayah tertentu pada waktu tertentu dibandingkan waktu sebelumnya. Semakin tinggi jumlah penduduk, perekonomian akan berkembang dan permintaan energi untuk kebutuhan sehari-hari pun meningkat.

Ukuran populasi kepadatan dan pertumbuhan penduduk merupakan hal penting yang menunjukkan perbedaan antara negara maju dan berkembang. Pada awal pertumbuhan, negara berkembang mengalami peningkatan populasi yang lambat, namun ketika industrialisasi berlanjut, tingkat pertumbuhan populasi meningkat (Todaro & Smith, 2020).

Masalah kritis yang perlu di tangani pemerintah untuk dapat merumuskan kebijakan pembangunan yang berdampak pada trend peningkatan pertumbuhan di perkotaan. Penekanan pada modernisasi industri, kecanggihan teknologi, dan pertumbuhan metropolitan menciptakan ketidakseimbangan geografis yang substansi dalam perekonomian. Hal tersebut menyebabkan migrasi pedesaan ke perkotaan, sehingga meningkatkan pertumbuhan penduduk di perkotaan (Todaro & Smith, 2020).

2.1.4. Teori Investasi Asing Langsung

Investasi asing produktif dapat berupa infrastruktur sosial dan ekonomi. Hal tersebut di alokasikan seperti untuk pembangunan jalan, ketersediaan listrik, air dan sanitasi, komunikasi dan sejenisnya yang memfasilitasi dan mengintegrasikan kegiatan ekonomi. Konsep investasi terhadap sumber daya manusia dan penciptaan modal manusia merupakan upaya meningkatkan kualitas dan produktivitas sumber daya lahan dengan investasi yang strategis (Todaro & Smith, 2020).

2.1.5. Teori Fungsi Produksi

Secara umum prinsip utama operasional perusahaan adalah mengubah barang mentah (*input*) menjadi produk jadi (*output*). Para ekonom tertarik pada proses dimana perusahaan membuat pilihan untuk mencapai tujuan mereka. Dalam model hubungan antara input dan output diformalkan dari bentuk fungsi sebagai berikut:

$$q = f(k, l, m, \dots)$$

Dalam model tersebut, dimana q mewakili output perusahaan dari barang tertentu selama satu periode, k mewakili penggunaan mesin (*capital/modal*) selama periode tersebut, l (*labor*) mewakili jam input tenaga kerja, dan m (*materials*) mewakili bahan baku yang digunakan.

2.1.6. *The Environmental Kuznets Curve (EKC)*

Kurva Kuznets Lingkungan (EKC) adalah teori ekonomi yang menunjukkan hubungan antara tingkat pembangunan ekonomi suatu negara dan degradasi lingkungan alamnya. Menurut teori tersebut, ketika suatu negara menjadi lebih kaya, degradasi lingkungan pada awalnya meningkat tetapi kemudian menurun ketika negara tersebut menjadi lebih maju. Teori ini menggambarkan bahwa terdapat hubungan berbentuk U terbalik diantara pembangunan perekonomian dan kualitas lingkungan. EKC digunakan untuk menjelaskan pola polusi dan degradasi lingkungan dari waktu ke waktu di berbagai negara dan wilayah. Namun, validitasnya telah banyak diperdebatkan dan dikritik dalam literatur akademik.

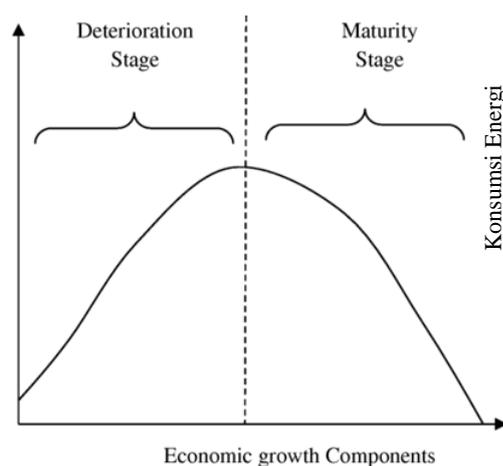
2.1.7. Teori U-*Shaped*

Intensitas energi menjadi ukuran yang memungkinkan untuk menentukan jumlah sumber daya energi yang dibutuhkan suatu negara untuk menghasilkan Produk Domestik Bruto (PDB), merupakan salah satu ukuran makroekonomi terpenting untuk mengetahui keadaan ekonominya.

Energi memiliki keterkaitan erat dengan aktivitas ekonomi dan pembangunan ekonomi dalam penggunaannya. Aktivitas ekonomi diarahkan untuk

mendapatkan tingkat output tertentu. Kebutuhan atau konsumsi energi harus disesuaikan dengan tingkat keefisiensinya. Efisiensi energi meningkat ketika tingkat output yang dihasilkan dengan jumlah besar namun jumlah energi yang digunakan lebih sedikit. Efisiensi energi mempromosikan dan merupakan indikator dalam *sustainable development economy*, ketahanan energi dan kelestarian lingkungan. Konsep efisiensi energi dapat dilihat dari nilai intensitas energi, yang mana merupakan rasio konsumsi energi/EC (biasanya diukur dengan total konsumsi energi, setara barel minyak (BOE) atau satuan fisika lainnya) terhadap *Gross Domestic Product* (GDP). Intensitas energi mempresentasikan jumlah energi yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit GDP (M Syahgar Ilhaq dan Wildan, 2022). Konsep efisien energi hampir sama dengan konsep produktivitas. Produktivitas merupakan rasio hasil/ouput (barang dan jasa) dibagi dengan masukan/input (sumber daya, seperti buruh dan modal). Peningkatan produktivitas dapat juga berarti peningkatan efisiensi energi.

Penelitian Ali et al., (2022) menggunakan teori Dematerialisasi, menurut teori ini intensitas energi akan berkurang seiring pertumbuhan ekonomi. Singkatnya, ada *U-Shaped* keterkaitan antara Intensitas Energi dan Pertumbuhan PDB.



Gambar 8. Kurva U-Shape

Teori RKC U-shaped merupakan teori yang menjelaskan hubungan antara pertumbuhan ekonomi dengan konsumsi energi. Berdasarkan teori, konsumsi

energi terbarukan dipengaruhi oleh pertumbuhan ekonomi dalam bentuk kurva *U-shaped*. Konsumsi energi terbarukan meningkat seiring pertumbuhan ekonomi mencapai puncak tertentu, dan kemudian menurun kembali seiring dengan meningkatnya pendapatan per kapita.

2.1.8. Teori Perdagangan

Secara teori, biaya lingkungan telah di internalisasi dalam harga dan biaya produksi, liberalisasi perdagangan akan menguntungkan lingkungan oleh alokasi sumber daya yang lebih efisien (Maxwell, 2005). Perdagangan dapat mempengaruhi kualitas lingkungan dengan lima cara yaitu:

- Mendorong impor produk yang ramah lingkungan
- Mengubah pola produksi dan teknologi produksi
- Meningkatkan transportasi antar negara perdagangan
- Meningkatkan pertumbuhan ekonomi di negara-negara perdagangan
- Mempengaruhi kemungkinan dan insentif pemerintah untuk menerapkan dan menegakan kebijakan lingkungan

Efek yang dapat ditimbulkan berupa dampak negatif atau positif tergantung pada perekonomian, teknologi, lingkungan, dan keadaan legislatif yang berlaku di negara yang terlibat dalam perdagangan. Dampak dari perjanjian perdagangan terhadap lingkungan diuraikan menjadi efek skala, efek komposisi dan efek teknik.

Efek skala dari perdagangan terbuka meningkatkan perekonomian dan aktivitas di negara-negara yang melakukan perdagangan. Perdagangan khususnya ekspor sering dianggap menjadi penggerak pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan aktivitas ekonomi meningkatkan permintaan akan bahan mentah, energi, transportasi dan jasa meningkatkan polusi dan penipisan sumber daya alam.

Efek komposisi dari perdagangan mempengaruhi harga relative dari barang akhir dan barang setengah jadi di berbagai sektor. Sehingga modal dan tenaga kerja dapat diinduksi untuk berpindah antar sektor, kemudian mempengaruhi struktur atau komposisi industri suatu negara. Efek teknik dari liberalisasi perdagangan terhadap perubahan metode produksi. Metode atau teknik produksi berubah dengan cara yang lebih ramah lingkungan. Ketika

pertumbuhan pendapatan setelah liberalisasi perdagangan menyebabkan lebih banyak permintaan akan kualitas lingkungan dan penegakan kebijakan yang ramah lingkungan. Peningkatan investasi untuk penggantian peralatan modal untuk aktivitas industri yang ramah lingkungan, sehingga perusahaan memilih campuran input yang tidak mencemari lingkungan.

2.2. Penelitian Sebelumnya

Berikut merupakan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya.

Tabel 1. Penelitian Sebelumnya

No	Judul dan Penelitian	Alat Analisis	Hasil Penelitian
1	(Rudenko & Tanasov, 2022) <i>"The determinants of energy intensity in Indonesia"</i> , International Journal of Emerging Markets, Vol. 17 No. 3, pp. 832-857.	Variabel: Data 1990-2016. Intensitas Energi, Harga Energi Oil, <i>Industri Value Added</i> , FDI, <i>Trade Open</i> , Alternatif Energi Nuklir, <i>Domestic Credit to the Private Sector</i> . Analisis data: Metodologi regresi kointegrasi diterapkan untuk mengeksplorasi hubungan jangka panjang antara intensitas energi dan faktor-faktornya di Indonesia selama 1990–2016.	Intensitas Energi (IE) berpengaruh positif ditentukan oleh globalisasi dan industri. IE berpengaruh negatif ditentukan oleh konsumsi energi alternatif, harga minyak mentah dan perkembangan keuangan. Jangka panjang bauran energi, nilai tambah industri dan keuangan berdampak signifikan terhadap Intesnitas energi.

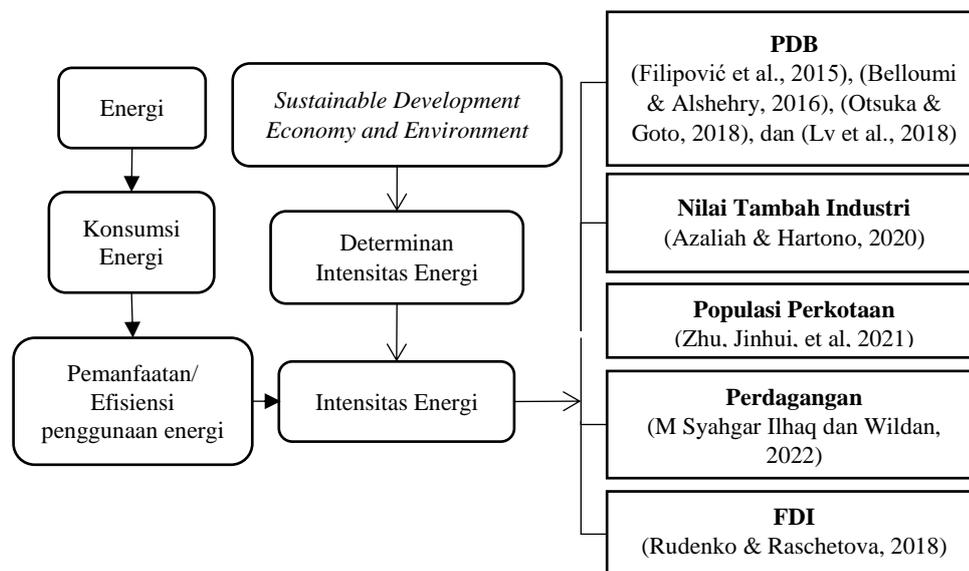
No	Judul dan Penelitian	Alat Analisis	Hasil Penelitian
2	(Ali et al., 2022). <i>Analysis on the Determinants of Energy Intensity in South Asia</i>	Variabel: Data 1996-2016. Intensitas Energi, Nilai tambah Agrikultur, Nilai tambah Industri, Nilai tambah Services, PDB, Square GDP, Energi terbarukan, non Energi Terbarukan, Harga Energi. Analisis data: <i>Fixed Effect Methods</i> . Untuk mengetahui determinan Intensitas Energi Di wilayah Asia Selatan, penelitian ini melibatkan Data Panel Sekunder dari rentang waktu 1990 hingga 2021.	PDB, Industri dan Energi tidak terbarukan merupakan penentu intensitas energi dan emisi gas rumah kaca. Sementara Pertanian, Energi terbarukan dan sektor jasa mengurangi intensitas energi dan emisi gas rumah kaca.
3	(Azaliah & Hartono, 2020). Determinan Intensitas Energi di Indonesia	Variabel: Data tahun 2008-2015. Intensitas Energi, PDRB per kapita, Nilai tambah	Pendapatan perkapita daerah memiliki efek negatif terhadap intensitas energi. Rasio pendapatan dari sektor

No	Judul dan Penelitian	Alat Analisis	Hasil Penelitian
	Analisis Data Panel	industri pada PDRB, <i>Trade Open</i> , Populasi, FDI Analisis data: Analisis regresi data panel, <i>Fixed Effect</i> (FE) dan <i>Random Effect</i> (RE).	industri terhadap PDRB, keterbukaan perdagangan, dan FDI per kapita menghasilkan koefisien regresi yang bernilai positif, sehingga peningkatan nilai dari variabel-variabel tersebut justru akan mengakibatkan terjadinya peningkatan intensitas energi.
4	(M Syahgar Ilhaq dan Wildan, 2022). Analisis Determinan Intensitas Energi di Indonesia	Variabel: Data tahun 1981-2021. Intensitas Energi, Pendapatan perkapita, Harga energi, kepadatan penduduk, FDI, <i>Trade Openness</i> Analisis data: VAR atau VECM	Berpengaruh negatif: Pendapatan perkapita, trade open. Berpengaruh positif : Harga energi, kepadatan penduduk, FDI
5	(Lan, 2021). <i>Asymmetric Macroeconomic Determinants of Energy Intensity In China: New Empirical Insights</i>	Variabel: Data 1985-2019. Intensitas Energi, Harga Energi, Teknologi, <i>Financial Development</i> , Globalisasi	Dalam jangka panjang harga energi dan teknologi mengurangi intensitas energi. Dalam model linier, hanya harga energi yang mengurangi intensitas energi dalam

No	Judul dan Penelitian	Alat Analisis	Hasil Penelitian
		Analisis data : NARDL	jangka panjang. Dalam jangka pendek, harga energi mengurangi intensitas energi, teknologi meningkatkan intensitas energi.
6	(Filipović et al., 2015). <i>Determinants of Energy Intensity in European Union Panel Data</i>	Variabel: Data tahun 1990-2012. Intensitas energi, harga energi, pajak energi, PDB, Struktur harga listrik, konsumsi energi final, <i>growth of gross inland consumption</i> . Analisis data: Analisis model dengan data panel	Berpengaruh negatif: harga energi, pajak energi, PDB perkapita. Berpengaruh positif : Perumbuhan bruto, konsumsi energi final perkapita.
7	(Rudenko & Raschetova, 2018). <i>Determinants of Energy Intensity in Russia</i>	Variabel: Data 1992-2015. Intensitas Energi, Oil, FDI, <i>Services Value Added, Share of Alternative and Nuclear Energy</i> Analisis data: Metode Analisis Kointegrasi, FMOLS	Harga energi berpengaruh negatif pada intensitas energi. Kenaikan harga minyak, pangsa sumber energi
8	(Samargandi,	Variabel:	Dalam jangka pendek

No	Judul dan Penelitian	Alat Analisis	Hasil Penelitian
	2019). Energy intensity and its determinants in OPEC countries	Data 1990-2016. WDI Panel data 1990-2016 Negara OPEC. Intensitas Energi, <i>Trade Open</i> , Inovasi Teknologi, Konsumsi Energi Terbarukan, PDB, Harga Energi <i>Crude Oil Price</i> . Analisis data: Analisis Data Panel ARDL	dan panjang, keterbukaan perdagangan mengurangi intensitas energi. Inovasi teknologi tidak signifikan meminimalkan intensitas energi. Harga energi lebih tinggi meningkatkan intensitas energi, penggunaan energi mendorong intensitas energi.
9	(Fitriyanto & Iskandar, 2019) <i>An Analysis on Determinants of Energy Intensity in ASEAN Countries</i>	Variabel: 9 negara di Southeast Asia tahun 2001-2014. Data intensitas energi, PDB Perkapita, Konsumsi energi perkapita, Harga Energi, FDI dan Perdagangan terbuka. Analisis data: Analisis panel data dengan Arellano Bond Generalized Method of Moments (GMM)	Variabel PDB per kapita dan harga energi memiliki pengaruh yang signifikan berdampak negatif pada intensitas energi. Variabel konsumsi energi per kapita berpengaruh positif signifikan terhadap intensitas energi. Variabel keterbukaan perdagangan dan investasi asing langsung tidak memiliki efek yang signifikan pada intensitas energi.

2.3. Kerangka Pemikiran



Gambar 9. Kerangka Pemikiran

Sumber : M Syahgar Ilhaq dan Wildan (2022) (*diolah*)

2.4. Hipotesis

1. Diduga Produk Domestik Bruto (PDB) berpengaruh negatif terhadap intensitas energi di negara G20
2. Diduga Nilai Tambah Industri berpengaruh positif terhadap intensitas energi di negara G20
3. Diduga Populasi berpengaruh negatif terhadap intensitas energi di negara G20
4. Diduga Perdagangan berpengaruh negatif terhadap intensitas energi di negara G20
5. Diduga Foreign Direct Investment (FDI) berpengaruh positif terhadap intensitas energi di negara G20
6. Diduga Produk Domestik Bruto, Nilai Tambah Industri, Populasi, Perdagangan dan FDI berpengaruh secara bersama-sama terhadap Intensitas Energi di negara G-20

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis dan Sumber Data

Jenis penelitian ini adalah kuantitatif yang merupakan penelitian empiris dimana data diolah dalam bentuk yang dapat dihitung menggunakan statistik. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini untuk analisis determinan intensitas energi adalah Produk Domestik Bruto (PDB), Nilai Tambah Industri, Populasi, Perdagangan dan *Foreign Direct Investment* (FDI). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dengan periode rentang waktu tahun 1990-2021.

Data tersebut diperoleh dari *World Bank Data* yang kemudian dianalisis dengan alat bantu *Microsoft Excel* dan *E-views 9*. Berikut merupakan keterangan variabel dan sumber data yang digunakan:

Tabel 2. Variabel dan Sumber Data

No	Nama Variabel	Satuan	Sumber Data
1	Intensitas Energi	(MJ/\$2017 PPP PDB)	<i>World Bank Data</i>
2	Produk Domestik Bruto (PDB)	Triliun	<i>World Bank Data</i>
3	Nilai Tambah Industri	% dari PDB	<i>World Bank Data</i>
4	Populasi Perkotaan	% dari populasi	<i>World Bank Data</i>
5	Perdagangan	% dari PDB	<i>World Bank Data</i>
6	<i>Foreign Direct Investment</i> (FDI)	% dari PDB	<i>World Bank Data</i>

3.2. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk melihat determinan intensitas energi pada variabel Produk Domestik Bruto (PDB), Nilai Tambah Industri, Populasi, Perdagangan dan *Foreign Direct Investment* (FDI).

3.3. Definisi Operasional Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian merupakan suatu atribut atau nilai dari objek, orang atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan di tarik kesimpulannya. Variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.3.1. Intensitas Energi

Intensitas energi merupakan perbandingan antara pasokan energi dan Produk Domestik Bruto yang diukur dalam paritas daya beli. Intensitas energi merupakan indikasi jumlah energi yang digunakan untuk menghasilkan satu unit output ekonomi. Rasio yang lebih rendah menunjukkan bahwa lebih sedikit energi yang digunakan untuk menghasilkan satu unit output (*World Bank*, 2022).

Intensitas Energi diukur sebagai kilogram setara minyak dari penggunaan energi per 1.000 PDB PPP (*Purchasing Power Parity*) konstan. PDB PPP konstan adalah Produk Domestik Bruto yang di konversi ke dolar internasional menggunakan tarif PPP. Dolar internasional memiliki daya beli yang sama atas PDB seperti yang dimiliki dolar AS di Amerika Serikat. Penggunaan energi mengacu pada penggunaan energi primer sebelum diubah menjadi bahan bakar penggunaan akhir lainnya, yang setara dengan bahan bakar asli produksi ditambah impor dan perubahan stok, dikurangi ekspor dan bahan bakar yang dipasok ke kapal dan pesawat yang bergerak dalam transportasi internasional (Rudenko & Tanasov, 2022).

3.3.2. Produk Domestik Bruto (PDB)

Produk Domestik Bruto (PDB) adalah ukuran total output ekonomi suatu negara dalam periode tertentu, biasanya tahunan. Ini mencakup semua barang

dan jasa yang diproduksi di dalam negeri oleh faktor produksi yang berbasis di dalam negeri, baik oleh perusahaan domestik maupun perusahaan asing. PDB sering digunakan sebagai ukuran kesejahteraan suatu negara dan pertumbuhan ekonominya.

PDB dalam PPP atau *Purchasing Power Parity* adalah yang dikonversi ke dolar internasional menggunakan tingkat paritas daya beli. Dolar internasional memiliki daya beli yang sama atas PDB seperti yang dimiliki dolar AS di Amerika Serikat. PDB adalah jumlah dari nilai tambah bruto oleh semua produsen dalam negeri ditambah pajak produk dan dikurangi subsidi yang tidak termasuk dalam nilai produk. Hal ini dihitung tanpa melakukan pengurangan untuk penyusutan aset buatan atau untuk penipisan dan degradasi sumber daya alam. Data dalam dolar internasional 2017 konstan (World Bank, 2022).

Terakhir, hipotesis netral menyatakan bahwa tidak ada hubungan kausalitas (sebab akibat) antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi (Tugcu et al., 2012). Studi lain yang dilakukan oleh Huang et al (2008) mengenai hubungan sebab akibat antara konsumsi energi dan pembangunan ekonomi di negara-negara berpendapatan rendah, menengah ke bawah, menengah ke atas, dan berpendapatan tinggi. Hasilnya beragam, di negara-negara berpenghasilan rendah maka tidak ada hubungan kausalitas antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. Di negara-negara berpendapatan menengah, hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi akan meningkatkan konsumsi energi dan sebaliknya di negara-negara berpendapatan tinggi pertumbuhan ekonomi akan menurunkan konsumsi energi.

3.3.3. Nilai Tambah Industri (NTI)

Industri termasuk konstruksi terdiri dari nilai tambah di pertambangan, manufaktur (juga dilaporkan sebagai subkelompok terpisah), konstruksi, listrik, air, dan gas. Nilai tambah adalah output bersih suatu sektor setelah menjumlahkan semua output dan mengurangi input antara. Dihitung tanpa membuat pengurangan untuk penyusutan aset buatan atau penipisan dan

degradasi sumber daya alam. Asal nilai tambah ditentukan oleh *International Standard Industrial Classification (ISIC)* (World Bank, 2022).

3.3.4. Populasi Perkotaan

Populasi berdasarkan penduduk yang tinggal di daerah suatu wilayah sebagaimana didefinisikan oleh kantor statistik nasional. Data dikumpulkan dan dihaluskan oleh *United Nations Population Division*. Pertumbuhan kota yang eksplosif secara global menandakan transisi demografis dari pedesaan ke perkotaan, dan dikaitkan dengan pergeseran dari ekonomi berbasis pertanian ke industri massal, teknologi, dan jasa. Pada prinsipnya, kota menawarkan pengaturan yang lebih menguntungkan untuk penyelesaian masalah sosial dan lingkungan daripada daerah pedesaan. Kota menghasilkan pekerjaan dan pendapatan, dan memberikan pendidikan, perawatan kesehatan, dan layanan lainnya. Kota juga menghadirkan peluang untuk mobilisasi sosial dan pemberdayaan perempuan (World Bank, 2022).

3.3.5. Perdagangan

Perdagangan adalah jumlah ekspor dan impor barang dan jasa yang diukur sebagai bagian dari produk domestik bruto (World Bank, 2022). Data perdagangan negara G20 bersumber dari *world bank data* dengan satuan ukur % dari PDB.

3.3.6. *Foreign Direct Investment (FDI)*

Foreign Direct Investment (FDI) adalah investasi yang dilakukan oleh perusahaan atau individu di satu negara ke dalam bisnis atau badan yang berbasis di negara lain. Biasanya berbentuk kepemilikan saham pengendali (misalnya mengakuisisi lebih dari 50% saham berhak suara perusahaan asing) atau hubungan jangka panjang antara investor asing dan entitas negara tuan rumah.

FDI dalam transisi energi mengacu pada investasi yang dilakukan oleh perusahaan atau individu dari satu negara ke dalam bisnis atau entitas terkait energi yang berbasis di negara lain, dengan tujuan mempromosikan transisi ke sumber energi yang lebih berkelanjutan dan rendah karbon. Ini dapat

mencakup investasi dalam teknologi energi terbarukan seperti angin, matahari, dan air, serta efisiensi energi dan teknologi *smart grid*. FDI dalam transisi energi dipandang sebagai cara penting untuk mendukung peralihan ke sistem energi yang lebih berkelanjutan dan untuk mengatasi tantangan perubahan iklim. Dengan membawa modal, teknologi, dan keahlian ke negara tempat mereka berinvestasi, FDI dapat membantu memacu pengembangan dan penerapan solusi energi bersih, sekaligus menciptakan lapangan kerja dan mendorong pertumbuhan ekonomi.

Penelitian ini dilakukan (Walter & Ugelow, 1979) mengajukan hipotesis '*pollution haven*' yang menyatakan bahwa penanaman modal asing yang disalurkan kepada suatu negara/wilayah akan menyebabkan polusi. Oleh karena itu, negara-negara yang ingin menarik investasi pada industri yang mengonsumsi energi dalam jumlah besar dan menimbulkan banyak polusi harus menurunkan batas paparan lingkungannya.

3.4. Metode Analisis Data

Analisis yang digunakan dalam penelitian/studi ini yaitu metode analisis regresi data panel. Beberapa keuntungan dari penggunaan data panel yang merupakan gabungan dua data yaitu *time series* dan *cross section*, sehingga mampu menyediakan data yang lebih banyak akan menghasilkan *degree of freedom* yang lebih besar. Kedua, menggabungkan informasi data *time series* dan *cross section* dapat mengatasi masalah yang timbul ketika ada masalah penghilangan variabel (*omitted-variabel*) (Widarjono, 2017). Model persamaan data panel yang merupakan gabungan dari data *cross section* dan data *time series* secara umum adalah sebagai berikut.

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 X_{it} + \beta_2 X_{it} + \dots + \beta_n X_{nit} + \varepsilon_{it}$$

Keterangan :

Y = variable terikat (*dependen*)

X_t = variabel bebas (*independen*)

i = entitas ke-i

t = entitas ke-t

α = konstanta

$\beta_0, \beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$ = koefisien regresi

Model dalam penelitian ini yaitu :

$$IE_{it} = \alpha + \text{Log}X_1PDB_{it} + X_2NTI_{it} + X_3Populasi_{it} + X_4Trade_{it} + X_5FDI_{it} + \varepsilon_{it}$$

Keterangan:

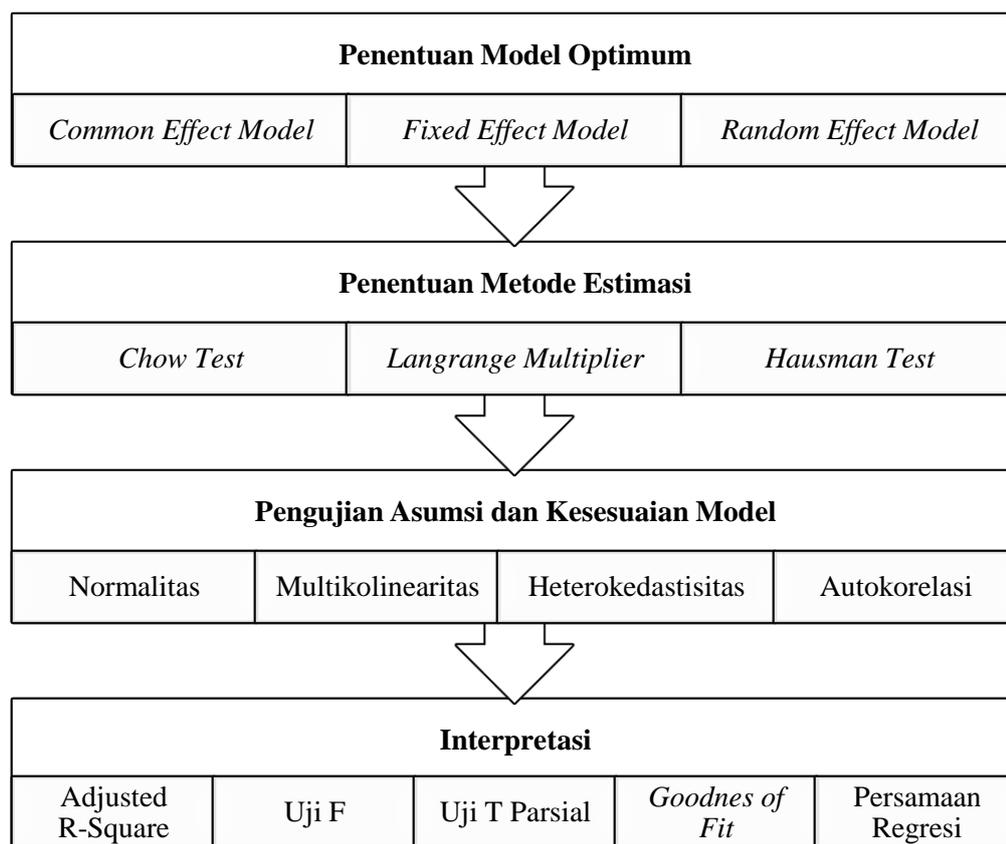
IE_{it}	= Variabel Intensitas Energi (MJ/\$2017 PPP PDB)
$\text{Log}X_1PDB_{it}$	= Variabel Produk Domestik Bruto (Triliun)
X_2NTI_{it}	= Variabel Nilai Tambah Industri (% dari PDB)
X_3Pop_{it}	= Variabel Populasi (% dari populasi)
X_4Trade_{it}	= Variabel Perdagangan (% dari PDB)
X_5FDI_{it}	= Variabel <i>Foreign Direct Investment</i> (FDI) (% dari PDB)
i	= entitas ke-i
t	= entitas ke-t
α	= konstanta

Model regresi linier berganda dalam penelitian diuraikan dalam persamaan di atas terdiri dari lima variabel independen (bebas) dan satu variabel dependen (terikat). Analisis model regresi linear berganda bertujuan untuk mengestimasi parameter model regresi yaitu nilai konstanta (α) dan koefisien regresi ($\beta_0, \beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$). Konstanta atau *intercept* dan koefisien regresi sering disebut dengan slope. Analisis data panel mempunyai tujuan yang sama dengan regresi linier berganda yaitu memprediksi nilai intersep dan slope. Menggunakan data panel dalam regresi akan menghasilkan intersep dan slope yang berbeda pada setiap entitas/ perusahaan dan setiap periode waktu. Model estimasi regresi data panel yang akan diestimasi membutuhkan asumsi terhadap intersep, slope dan variabel gangguannya. Berdasarkan Widarjono (2017) terdapat beberapa kemungkinan yang muncul terhadap adanya asumsi terhadap intersep, slope dan variabel gangguannya.

1. Diasumsikan intersep dan slope adalah tetap sepanjang periode waktu dan seluruh entitas/perusahaan. Perbedaan intersep dan slope dijelaskan oleh variabel gangguan (residual).

2. Diasumsikan slope adalah tetap tetapi intersep berbeda antar entitas/perusahaan.
3. Diasumsikan slope tetap tetapi intersep berbeda baik antar waktu maupun antar individu
4. Diasumsikan intersep dan slope berbeda antar individu
5. Diasumsikan intersep dan slope berbeda antar waktu dan antar individu.

Dari berbagai kemungkinan yang disebutkan di atas, ternyata berbagai kemungkinan model/teknik dapat diimplementasikan dengan menggunakan regresi data panel. Di sebagian besar literatur, hanya hipotesis pertama hingga ketiga yang biasa digunakan sebagai tolak ukur dalam model regresi data panel. Berikut tahapan analisis regresi data panel.



Gambar 10. Tahapan Analisis Regresi Data Panel

Berdasarkan Widarjono (2017) ada tiga teknik atau parameter model untuk analisis data panel agar dapat di estimasi diantaranya:

1. *Common Effect Model (CEM)*

Teknik CEM adalah cara yang paling sederhana untuk mengestimasi parameter model data panel, dengan melakukan kombinasi antara data *cross section* dan *time series* sebagai satu kesatuan tanpa melihat adanya perbedaan waktu dan entitas (individu). Pendekatan yang sering dipakai adalah metode *Ordinary Least Square (OLS)*. Model CEM mengabaikan adanya perbedaan dimensi individu maupun waktu atau dengan kata lain perilaku data antar individu sama dalam berbagai periode waktu.

2. *Fixed Effect Model (FEM)*

Pendekatan model FEM memiliki asumsi bahwa intersep dari setiap individu berbeda sedangkan slope antar individu tetap (sama). Teknik ini menggunakan variabel dummy untuk menangkap adanya perbedaan intersep antar individu.

3. *Random Effect Model (REM)*

Pendekatan yang dipakai dalam *Random Effect Model (REM)* mengasumsikan setiap perusahaan mempunyai perbedaan intersep, yang mana intersep tersebut adalah variabel random atau stokastik. Model ini sangat bermanfaat jika individu (entitas) yang diambil sebagai sampel adalah dipilih secara random dan merupakan wakil populasi. Teknik ini juga memperhitungkan bahwa error mungkin berkorelasi sepanjang *cross section* dan *time series*.

3.4.1. Pemilihan Model (Teknik Estimasi) Regresi Data Panel

Pada dasarnya ketiga teknik estimasi data panel dapat dipilih sesuai dengan keadaan penelitian, dilihat dari jumlah individu bank dan variabel penelitiannya. Namun, ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan teknik mana yang paling tepat dalam mengestimasi parameter data panel. Menurut Widarjono (2017), terdapat tiga pengujian untuk memilih model estimasi data panel. Pertama, pengujian Chow digunakan untuk memilih antara metode CEM atau metode FEM. Kedua, uji Hausman yang digunakan untuk memilih antara metode FEM atau metode REM. Ketiga, uji Lagrange

Multiplier (LM) digunakan untuk memilih antara metode CEM atau metode REM.

Pemilihan model FEM atau model REM dapat dilakukan dengan mempertimbangkan tujuan analisis, atau ada juga kemungkinan data yang dijadikan dasar pembuatan model, hanya dapat diolah oleh salah satu metode saja akibat berbagai persoalan teknis matematis yang melandasi perhitungan. Pada aplikasi olah data Eviews, metode REM hanya dapat digunakan dalam kondisi jumlah individu bank lebih besar dibanding jumlah koefisien termasuk intersepanya. Menurut beberapa ahli Ekonometrika, ketika data panel yang dimiliki memiliki jumlah periode waktu (t) lebih besar dibandingkan jumlah individu (i), maka disarankan menggunakan metode FEM. Sedangkan ketika data panel yang dimiliki mempunyai jumlah periode waktu (t) lebih kecil daripada jumlah individu (i), maka disarankan menggunakan metode REM.

a) Uji Chow

Uji Chow (Chow Test) adalah sebuah metode statistik yang digunakan dalam regresi data panel untuk menguji apakah terdapat perbedaan signifikan antara dua atau lebih subkelompok dalam data panel, biasanya berdasarkan perbedaan waktu atau kondisi tertentu. Uji Chow digunakan untuk memeriksa apakah hubungan antara variabel-variabel bebas dan variabel terikat berbeda antara subkelompok tersebut.

Pengujian ini untuk mengestimasi pemilihan model yang lebih baik dalam uji panel data, dengan menambahkan variabel dummy sehingga dapat diketahui bahwa intersepanya berbeda dapat diuji dengan uji Statistik F. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui apakah teknik regresi data panel dengan metode FEM lebih baik dari regresi model data panel tanpa variable dummy atau metode CEM.

Menurut (Widarjono, 2017) uji chow dipergunakan untuk menentukan model terbaik antara FEM dan CEM dengan hipotesis pada uji chow adalah sebagai berikut:

Ho : Common Effect Model (Prob > 0,05)

Ha : Fixed Effect Model (Prob < 0,05)

Apabila nilai F hitung lebih besar dari F kritis maka hipotesis nul ditolak yang artinya model yang tepat untuk regresi data panel adalah model *Fixed Effect*. Dan sebaliknya, apabila nilai F-hitung lebih kecil dari F-kritis maka hipotesis nul diterima yang artinya model yang tepat untuk regresi data panel adalah model *Common Effect* (Widarjono, 2017).

b) Uji Hausman

Uji Hausman dikembangkan untuk memilih apakah metode *Fixed Effect Model* (FEM) dan metode *Random Effect Model* (REM) lebih baik dari metode *Common Effect Model* (CEM). Uji Hausman ini didasarkan pada ide bahwa *Least Squares Dummy Variables* (LSDV) dalam metode metode *Fixed Effect* dan *Generalized Least Squares* (GLS) dalam metode *Random Effect* adalah efisien sedangkan *Ordinary Least Squares* (OLS) dalam metode *Common Effect* tidak efisien. Pandangan lain alternatifnya adalah metode OLS efisien dan GLS tidak efisien. Karena itu, uji hipotesis nulnya adalah hasil estimasi keduanya tidak berbeda sehingga uji Hausman bisa dilakukan berdasarkan perbedaan estimasi tersebut. Hipotesis pada uji hausman adalah sebagai berikut:

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

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

Pengujian statistik Hausman mengikuti distribusi statistik Chi-Squares dengan derajat kebebasan (df) sebesar jumlah variabel bebas. Hipotesis nulnya adalah bahwa model yang tepat untuk regresi data panel adalah REM dan hipotesis alternatifnya adalah model yang tepat untuk regresi data panel adalah FEM. Apabila nilai statistik Hausman lebih besar dari nilai kritis Chi-Squares maka hipotesis nul ditolak yang artinya model yang tepat untuk regresi data panel adalah model FEM. Sebaliknya, apabila nilai statistik Hausman lebih kecil dari nilai kritis Chi-Squares maka hipotesis nul diterima yang artinya model yang tepat untuk regresi data panel adalah model *Random Effect* (Widarjono, 2017).

c) Uji Lagrange Multiplier (LM)

Berdasarkan Widarjono (2017) untuk mengetahui apakah REM lebih baik dari CEM digunakan *Lagrange Multiplier* (LM). Uji Signifikansi *Random Effect* ini dikembangkan oleh Breusch-Pagan. Pengujian didasarkan pada nilai residual dari metode *Common Effect*.

Hipotesis pada uji Lagrange Multiplier (LM) sebagai berikut:

Ho : Common Effect Model (Prob > 0,05)

Ha : Random Effect Model (Prob < 0,05)

Uji LM ini didasarkan pada distribusi Chi-Squares dengan derajat kebebasan (df) sebesar jumlah variabel independen. Hipotesis nulnya adalah bahwa model yang tepat untuk regresi data panel adalah *Common Effect*, dan hipotesis alternatifnya adalah model yang tepat untuk regresi data panel adalah *Random Effect*. Apabila nilai LM hitung lebih besar dari nilai kritis Chi-Squares maka hipotesis nul ditolak yang artinya model yang tepat untuk regresi data panel adalah model *Random Effect*. Dan sebaliknya, apabila nilai LM hitung lebih kecil dari nilai kritis Chi-Squares maka hipotesis nul diterima yang artinya model yang tepat untuk regresi data panel adalah model *Common Effect* (Widarjono, 2017).

3.4.2. Pengujian Asumsi Klasik

Regresi data panel memberikan alternatif model yaitu *Common Effect*, *Fixed Effect* dan *Random Effect*. Model *Common Effect* dan *Fixed Effect* menggunakan pendekatan *Ordinary Least Squared* (OLS) dalam teknik estimasinya, sedangkan *Random Effect* menggunakan *Generalized Least Squares* (GLS) sebagai teknik estimasinya. Uji asumsi klasik yang digunakan dalam regresi linier dengan pendekatan *Ordinary Least Squared* (OLS) meliputi uji Linieritas, uji Autokorelasi, uji Heteroskedastisitas, deteksi Multikolinieritas dan uji Normalitas. Namun tidak semua uji asumsi klasik harus dilakukan pada setiap model regresi linier dengan pendekatan OLS (Widarjono, 2017).

Uji linieritas hampir tidak dilakukan pada setiap model regresi linier. Karena sudah diasumsikan bahwa model bersifat linier. Kalaupun harus dilakukan semata-mata untuk melihat sejauh mana tingkat linieritasnya. Autokorelasi hanya terjadi pada data *time series*. Ketika dilakukan uji autokorelasi pada data yang bersifat panel akan sia-sia (Napitupulu et al., 2021). Multikolinieritas perlu dilakukan pada saat regresi linier menggunakan lebih dari satu variabel bebas. Jika variabel bebas hanya satu, maka tidak mungkin terjadi multikolinieritas.

Heteroskedastisitas biasanya terjadi pada data *cross-section*, dimana data panel lebih dekat ke ciri data *cross section* dibandingkan *time series*. Uji normalitas pada dasarnya tidak menjadi syarat BLUE (*Best Linier Unbias Estimator*) dan beberapa pendapat tidak mengharuskan syarat ini sebagai sesuatu yang wajib dipenuhi. Dari penjelasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa pada regresi data panel, tidak semua uji asumsi klasik yang ada pada metode OLS dipakai, hanya multikolinieritas dan heteroskedastisitas saja yang diperlukan.

a) Uji Multikolinieritas

Multikolinearitas merupakan hubungan linier antara variabel. Pada regresi berganda yang memiliki lebih dari satu variabel independen, asumsi multikolinearitas harus terpenuhi. Regresi data panel tidak sama dengan model regresi linier, pada model data panel harus memenuhi syarat terbebas dari pelanggaran asumsi klasik. Adanya korelasi yang kuat antara variabel bebas dalam pembentukan sebuah model (persamaan) sangatlah tidak dianjurkan terjadi, karena berdampak kepada keakuratan pendugaan parameter, dalam hal ini koefisien regresi, dalam memperkirakan nilai yang sebenarnya. Korelasi yang kuat antara variabel bebas dinamakan multikolinieritas (Widarjono, 2017).

Ada beberapa cara untuk identifikasi adanya masalah multikolinieritas, dengan melihat nilai koefisien korelasi antar variabel bebas. Koefisien korelasi antara dua variabel yang bersifat kuantitatif dapat menggunakan *coefficient correlation pearson*, dengan rumus sebagai berikut:

Dimana X_i dan Y_i adalah variabel bebas yang akan dicari nilai koefisien korelasinya dan n adalah jumlah data dari kedua variabel bebas tersebut. Nilai mutlak dari koefisien korelasi besarnya dari nol sampai satu. Semakin mendekati satu, maka dapat dikatakan semakin kuat hubungan antara kedua variabel tersebut dan artinya semakin besar kemungkinan terjadinya multikolinieritas. Hipotesis deteksi multikolinieritas dalam penelitian ini yaitu:

H_0 : Tidak terdapat multikolinieritas

H_a : Terdapat multikolinieritas

b) Uji Heteroskedastisitas

Regresi data panel berbeda dengan model regresi linier, pada model data panel perlu memenuhi syarat BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*) atau terbebas dari pelanggaran asumsi-asumsi dasar (asumsi klasik). Jika dilihat dari ketiga pendekatan yang dipakai, uji heteroskedastisitas relevan dipakai pada model data panel.

Pengujian heteroskedastisitas merupakan cara untuk melihat apakah residual dari model yang terbentuk memiliki varians yang konstan atau tidak. Model yang baik adalah model yang memiliki varians dari setiap gangguan atau residualnya konstan. Heteroskedastisitas adalah keadaan dimana asumsi tersebut tidak tercapai, dengan kata lain dimana adalah ekspektasi dari eror dan adalah varians dari eror yang berbeda tiap periode waktu.

Dampak adanya heteroskedastisitas adalah tidak efisiennya proses estimasi, sementara hasil estimasinya tetap konsisten dan tidak bias. Eksistensi dari masalah heteroskedastisitas akan menyebabkan hasil Uji-T dan Uji-F menjadi tidak berguna (*miss leading*). Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi heteroskedastisitas, tetapi dalam penelitian ini hanya akan dilakukan dengan menggunakan *White Heteroskedasticity Test* pada *consistent standard error & covariance*. Hasil yang diperlukan dari hasil uji ini adalah nilai F dan $Obs \cdot R\text{-squared}$, dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Heteroskedastisitas/ Residu seragam

H_a : Heteroskedastisitas/ Residu tidak seragam

Kemudian kita bandingkan antara nilai Obs*R-squares dengan nilai tabel dengan tingkat kepercayaan tertentu dan derajat kebebasan yang sesuai dengan jumlah variabel bebas. Jika nilai Uji Heteroskedastisitas tabel maka H_0 diterima, dengan kata lain tidak ada masalah heteroskedastisitas.

3.4.3. Uji Kelayakan (*Goodness of Fit*) Model Regresi Data Panel

3.4.3.1. Uji hipotesis

Uji hipotesis berguna untuk menguji signifikansi koefisien regresi yang didapat. Artinya, koefisien regresi yang didapat secara statistik tidak sama dengan nol, karena jika sama dengan nol maka dapat dikatakan bahwa tidak cukup bukti untuk menyatakan variabel bebas mempunyai pengaruh terhadap variabel terikatnya. Untuk kepentingan tersebut, maka semua koefisien regresi harus diuji. Ada dua jenis uji hipotesis terhadap koefisien regresi yang dapat dilakukan, yaitu:

a. Uji-F

Uji-F adalah uji statistik yang digunakan melakukan uji hipotesis koefisien (slope) regresi secara bersamaan. Uji ini sering digunakan untuk menguji apakah terdapat hubungan yang signifikan antara variabel independen secara keseluruhan terhadap variabel dependen dalam model regresi. Pengujian ini untuk memastikan bahwa model yang dipilih layak atau tidak untuk menginterpretasikan pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat.

Untuk menentukan hasil hipotesis uji-F, menggunakan nilai F hitung dan F tabel dengan hipotesis berikut:

$H_0 : \beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4 \beta_5 = 0 \rightarrow$ Variabel independen tidak mampu mempengaruhi variabel dependen secara bersama-sama

$H_a : \beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4 \beta_5 \neq 0 \rightarrow$ Paling tidak terdapat satu variabel independent yang mampu mempengaruhi variabel dependen secara bersama-sama

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

b. Uji-t

Pada regresi sederhana dapat dilakukan pengujian hipotesis dengan uji t statistik. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai t-statistic dengan t-kritisnya. Berbeda dengan Uji-F yang digunakan untuk menguji variabel secara bersamaan, sementara Uji-t digunakan untuk menguji koefisien regresi secara individu. Pengujian dilakukan terhadap dengan melihat apabila nilai t-hitung lebih besar dari nilai t-tabel maka H_0 ditolak, artinya variabel independen secara signifikan memiliki pengaruh terhadap variabel dependen. Ketika nilai t-hitung lebih kecil dari nilai t-tabel maka H_0 diterima, artinya variabel independen tidak memiliki pengaruh terhadap variabel dependen. Hipotesis dalam uji-t sebagai berikut:

$H_0 : \beta_1 = 0 \rightarrow$ Variabel bebas tidak berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat

$H_a : \beta_1 \neq 0 \rightarrow$ Variabel bebas berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat

3.4.3.2. Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi R-squares digunakan untuk menunjukkan seberapa besar keragaman variabel dependen yang dijelaskan oleh variabel independen. Merupakan suatu ukuran yang penting dalam regresi, karena dapat memberikan informasi baik atau tidaknya model regresi yang dilakukan estimasi. Nilai Koefisien Determinasi mencerminkan seberapa besar variasi dari variabel terikat dapat diterangkan oleh variabel bebasnya. Ketika nilai Koefisien Determinasi sama dengan 0, artinya variasi dari variabel terikat tidak dapat diterangkan oleh variabel-variabel bebasnya sama sekali. Sementara apabila nilai Koefisien Determinasi sama dengan 1, artinya variasi variabel terikat secara keseluruhan dapat diterangkan oleh variabel-variabel bebasnya. Dengan demikian baik atau buruknya suatu persamaan regresi ditentukan oleh R-squares-nya yang mempunyai nilai antara nol dan satu (Widarjono, 2017).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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

- 1) Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa variabel Produk Domestik Bruto (PDB) bernilai negatif dan signifikan, sehingga dapat diartikan bahwa penurunan pada PDB, akan meningkatkan Intensitas Energi pada negara G-20. Apabila terjadi peningkatan PDB sebesar 1%, maka akan menyebabkan penurunan pada Intensitas Energi pada negara G20 sebesar -0,242 dengan asumsi ceteris paribus.
- 2) Variabel nilai tambah industri bernilai positif dan signifikan secara statistik dengan koefisien sebesar 0,414, sehingga dapat diartikan bahwa nilai tambah industri memiliki pengaruh yang positif terhadap peningkatan Intensitas Energi pada negara G20. Apabila terjadi peningkatan pada nilai tambah industri sebesar 1%, maka akan menyebabkan peningkatan intensitas energi di negara G20 sebesar 0,414 dengan asumsi ceteris paribus.
- 3) Variabel perdagangan bernilai negatif dan signifikan, sehingga dapat diartikan bahwa penurunan pada perdagangan, akan meningkatkan intensitas energi pada negara G20. Apabila terjadi peningkatan perdagangan sebesar 1%, maka akan menyebabkan penurunan intensitas energi di negara G20 sebesar -0,074 dengan asumsi ceteris paribus.
- 4) Variabel populasi perkotaan pada penelitian ini memberikan hasil bahwa variabel berpengaruh negatif signifikan. Apabila terjadi peningkatan Populasi Perkotaan sebesar 1%, maka akan menyebabkan penurunan

intensitas energi di negara G20 sebesar -0,274 dengan asumsi ceteris paribus.

- 5) Variabel *Foreign Direct Investment* (FDI) pada penelitian ini tidak signifikan secara statistik.
- 6) Dapat disimpulkan bahwa variabel PDB, nilai tambah industri, populasi perkotaan, perdagangan dan *foreign direct investment* secara bersama-sama berpengaruh terhadap nilai intensitas energi di negara G-20.
- 7) Berdasarkan hasil dari *individual effect* dari masing-masing negara, dari negara G20 yang memiliki intensitas energi tertinggi yaitu China, sedangkan Argentina terendah.

Intensitas energi di negara-negara G20 dapat dipengaruhi juga oleh faktor lain seperti struktur ekonomi, teknologi, kebijakan energi, dan sumber daya alam. Komposisi sektor ekonomi suatu negara dapat mempengaruhi intensitas energi, bagi negara yang sebagian besar bergantung pada sektor industri berat cenderung memiliki intensitas energi yang lebih tinggi daripada negara yang bergantung pada sektor jasa. Perkembangan teknologi dapat mengurangi intensitas energi ketika penelitian dan pengembangan teknologi bersih dan efisien dapat membantu negara-negara G-20 mengurangi penggunaan energi dan emisi gas rumah kaca.

Kebijakan pemerintah yang mendukung penggunaan energi bersih, efisiensi energi dan pengurangan emisi dapat mempengaruhi intensitas energi. Insentif fiskal untuk investasi dalam energi terbarukan, pengenalan regulasi untuk meningkatkan efisiensi energi, dan target pengurangan emisi. Negara-negara G20 memiliki komposisi sumber daya alam yang berbeda, seperti cadangan energi fosil dan potensi energi terbarukan. Sumber daya alam yang berlimpah atau ketersediaan energi terbarukan dapat mempengaruhi intensitas energi.

5.2. Saran

Saran yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Dalam rangka meningkatkan nilai tambah industri, penting untuk mengoptimalkan penggunaan energi dalam proses produksi. Dengan mengurangi intensitas energi, industri dapat meningkatkan efisiensi,

inovasi teknologi, dan daya saing, yang pada gilirannya dapat menghasilkan nilai tambah yang lebih tinggi dan pertumbuhan ekonomi yang lebih berkelanjutan.

Optimalisasi penggunaan energi dengan cara *upgrade* peralatan dan mesin untuk versi yang lebih efisien secara energi. Penggunaan sumber energi terbarukan seperti panel surya, turbin angin, atau energi panas bumi untuk memenuhi kebutuhan energi. Evaluasi dan tingkatkan efisiensi pada setiap langkah proses produksi.

- 2) Studi mengenai determinan intensitas energi dalam penelitian ini, memiliki keterbatasan. Dalam penelitian lain masih banyak variabel-variabel yang memungkinkan memiliki pengaruh terhadap intensitas energi, seperti teknologi. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan faktor teknologi untuk melihat pengaruhnya terhadap intensitas energi.
- 3) Negara dapat meningkatkan efisiensi energi melalui edukasi dengan mengintensifkan kampanye publik tentang praktik penghematan energi di rumah, industri dan transportasi. Peningkatan investasi dalam riset dan pengembangan teknologi energi bersih. Dukungan penuh terhadap lembaga-lembaga riset dan intensif bagi perusahaan yang mengembangkan solusi efisiensi energi dapat memacu inovasi di sektor ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S. W., Waseem, M., & Bhatti, M. K. (2022). Analysis on the Determinants of Energy Intensity in South Asia. *Harf-o-Sukhan*. <http://www.harf-o-sukhan.com/index.php/Harf-o-sukhan/article/view/615>
- Arsyad, L. (2010). *Ekonomi Pembangunan*. UPP STIM YKPN.
- Azaliah, R., & Hartono, D. (2020). Determinan Intensitas Energi Di Indonesia : Analisis Data Panel. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan*, 28, 192–214.
- Belloumi, M., & Alshehry, A. S. (2016). The impact of urbanization on energy intensity in Saudi Arabia. *Sustainability (Switzerland)*, 8(4), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su8040375>
- DEN. (2021). *Energi Outlook Indonesia 2022*. 23(January), 2022.
- Fauzi, A. (2004). *Ekonomi sumber daya alam dan lingkungan: teori dan aplikasi*. Gramedia Pustaka Utama. <https://books.google.co.id/books?id=-e7BdK-gC40C>
- Filipović, S., Verbič, M., & Radovanović, M. (2015). Determinants of energy intensity in the European Union: A panel data analysis. *Energy*, 92, 547–555. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.07.011>
- G20. (2022). Decade of Actions: Bali Energy Transitions Roadmap . *G20 Energy Transitions Ministers' Meeting, September*. https://g20.org/wp-content/uploads/2022/09/Bali-Energy-Transitions-Roadmap_FINAL_Cover.pdf
- Gallastegui, M. C., Escapa, M., & Ansuategi, A. (2015). Green energy, Efficiency

and climate change: An economic perspective. In *Green Energy and Technology* (Vol. 164). https://doi.org/10.1007/978-3-319-03632-8_1

Huang, B. N., Hwang, M. J., & Yang, C. W. (2008). Causal relationship between energy consumption and GDP growth revisited: A dynamic panel data approach. *Ecological Economics*, 67(1), 41–54. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.11.006>

International Energy Agency. (2022). International Energy Agency (IEA) World Energy Outlook 2022. [https://www.Iea.Org/Reports/World-Energy-Outlook-2022/Executive-Summary](https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022/Executive-Summary), 524. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>

Lv, Y., Si, C., Zhang, S., & Sarwar, S. (2018). Impact of urbanization on energy intensity by adopting a new technique for regional division: evidence from China. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(36), 36102–36116. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3412-1>

M Syahgar Ilhaq dan Wildan. (2022). *Analisis Determinan Intensitas Energi di Indonesia*. 1(4), 561–573.

Napitupulu, R. B., Simanjuntak, T. P., Hutabarat, L., Damanik, H., Harianja, H., Sirait, R. T. M., & Tobing, C. E. R. L. (2021). Penelitian Bisnis : Teknik dan Analisa Data dengan SPSS - STATA - EVIEWS. *Madenatera*, 1, 230.

OECD. (2021). Towards a more resource-efficient and circular economy. *OECD Publishing, Paris*, 1–53.

Otsuka, A., & Goto, M. (2018). Regional determinants of energy intensity in Japan: the impact of population density. *Asia-Pacific Journal of Regional Science*, 2(2), 257–278. <https://doi.org/10.1007/s41685-017-0045-1>

Rudenko, D., & Raschetova, A. (2018). Determinants of energy intensity in Russia. *International Journal of Public Policy*, 14(1–2), 50–63. <https://doi.org/10.1504/IJPP.2018.090712>

- Rudenko, D., & Tanasov, G. (2022). The determinants of energy intensity in Indonesia. *International Journal of Emerging Markets*, 17(3), 832–857. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-01-2020-0048>
- Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2020). *Economic development - Economic situation*. <https://www.mkm.ee/en/objectives-activities/economic-development>
- Tugcu, C. T., Ozturk, I., & Aslan, A. (2012). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth relationship revisited: Evidence from G7 countries. *Energy Economics*, 34(6), 1942–1950. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.021>
- Walter, I., & Ugelow, J. L. (1979). Environmental Policies in Developing Countries. *Ambio*, 8(2/3), 102–109. <http://www.jstor.org/stable/4312437>
- Widarjono, A. (2017). *Ekonometrika Pengantar dan Aplikasinya Disertai Panduan EViews*.
- World Bank. (2022). *World Bank Open Data*. <https://data.worldbank.org/>
- Yunianto, D. (2021). Analisis pertumbuhan dan kepadatan penduduk terhadap pertumbuhan ekonomi. *Forum Ekonomi*, 23(4), 688–699. <https://doi.org/10.30872/jfor.v23i4.10233>