

**ANALISIS KOMPARATIF KONSUMSI ENERGI
TERBARUKAN DAN ENERGI TIDAK
TERBARUKAN TERHADAP PERTUMBUHAN
EKONOMI INDONESIA 1990-2024**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1)
pada Program Sarjana Fakultas Ekonomika dan Bisnis
Universitas Diponegoro

Disusun Oleh :

SALWA LUTFIAH SETIAWAN

NIM. 12020121130115

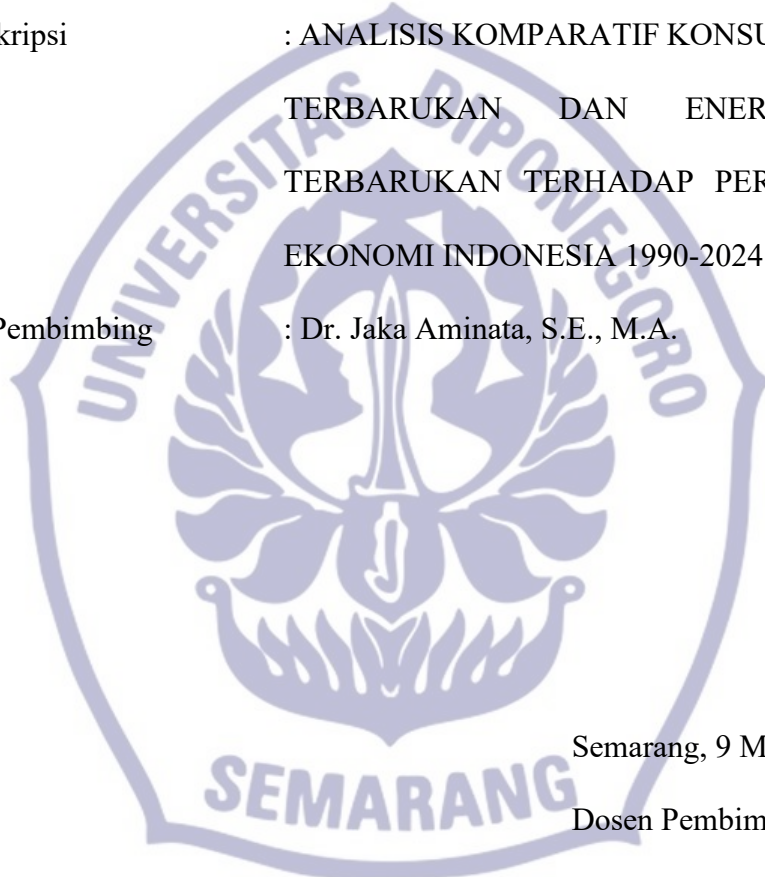
FAKULTAS EKONOMIKA DAN BISNIS

UNIVERSITAS DIPONEGORO

2026

PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama Penyusun : Salwa Lutfiah Setiawan
Nomor Induk Mahasiswa : 12020121130115
Fakultas/Jurusan : Ekonomika dan Bisnis/Ekonomi
Judul Skripsi : ANALISIS KOMPARATIF KONSUMSI ENERGI
TERBARUKAN DAN ENERGI TIDAK
TERBARUKAN TERHADAP PERTUMBUHAN
EKONOMI INDONESIA 1990-2024
Dosen Pembimbing : Dr. Jaka Aminata, S.E., M.A.



Semarang, 9 Maret 2026

Dosen Pembimbing,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Jaka Aminata', written over the 'FEB UNDIP' watermark.

Dr. Jaka Aminata, S.E., M.A.

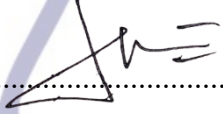
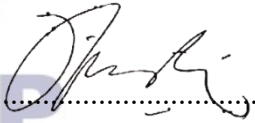

NIP. 197209172002121001

PENGESAHAN KELULUSAN UJIAN

Nama Penyusun : Salwa Lutfiah Setiawan
Nomor Induk Mahasiswa : 12020121130115
Fakultas/Jurusan : Ekonomika dan Bisnis/Ekonomi
Judul Skripsi : **ANALISIS KOMPARATIF KONSUMSI
ENERGI TERBARUKAN DAN ENERGI
TIDAK TERBARUKAN TERHADAP
PERTUMBUHAN EKONOMI INDONESIA
1990-2024**
Dosen Pembimbing : Dr. Jaka Aminata, S.E., M.A.

Telah dinyatakan lulus ujian pada tanggal 20 Mei 2026

Tim Penguji

1. Dr. Jaka Aminata, S.E., M.A. (.....)
2. Dr. Hastarini Dwi Atmanti, S.E., M.Si. (.....)
3. Andini Kusumawardhani, S.E., M.Si. (.....)

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini saya, Salwa Lutfiah Setiawan, menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ANALISIS KOMPARATIF KONSUMSI ENERGI TERBARUKAN DAN ENERGI TIDAK TERBARUKAN TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI INDONESIA 1990-2024” adalah hasil tulisan saya sendiri. Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa mencantumkan nama penulis itu sendiri.

Apabila saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja maupun tidak, dengan ini saya menyatakan menarik skripsi yang saya ajukan sebagai hasil tulisan saya sendiri. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain seolah-olah hasil pemikiran dari saya sendiri, maka gelar dan ijazah yang telah diberikan oleh universitas batal saya terima.

Semarang, 6 Maret 2026

Yang membuat pernyataan,



Salwa Lutfiah Setiawan

NIM. 12020121130115

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

وَمَنْ يَتَّقِ اللَّهَ يَجْعَلْ لَهُ مَخْرَجًا

وَيَرْزُقْهُ مِنْ حَيْثُ لَا يَحْتَسِبُ ۚ وَمَنْ يَتَّوَكَّلْ عَلَى اللَّهِ فَهُوَ حَسْبُهُ

“And whoever is mindful of Allah, He will make for them a way out
and provide for them from where they do not expect.
And whoever puts their trust in Allah, then He is sufficient for them.”

(QS. At-Talaq: 2–3)

“Life can be heavy, especially when you try to carry everything at once. Growing
up means learning to catch and release, to decide what is yours to hold and to let
the rest go.”

-Taylor Swift-

Untuk Ayah dan Bunda tercinta, yang doa, cinta, dan kepercayaannya selalu
menjadi kekuatan di setiap langkahku, bahkan ketika aku sendiri sering ragu.
Untuk orang-orang tersayang yang dengan tulus mendukung dan menemani
perjalanan ini, terima kasih telah menjadi rumah di setiap lelah dan tempatku
kembali percaya. Dan untuk diriku sendiri, terima kasih karena tetap bertahan,
terus berjalan, dan tidak menyerah hingga sampai di titik ini.

Abstract

Indonesia's structural dependence on fossil fuels, combined with the absence of studies simultaneously incorporating renewable energy, non-renewable energy, investment, capital, and labor variables within a single long-run framework for Indonesia, motivates this study. A Vector Error Correction Model (VECM) with Granger causality tests, Impulse Response Function (IRF), and Variance Decomposition is applied to analyze ET, ENT, FDI, GCF, and LFPR effects on Indonesia's economic growth over 1990–2024, extending prior work by covering post-COVID dynamics. The novelty lies in the first simultaneous long-run quantification of ET and ENT elasticities alongside investment and labor determinants in a single VECM, establishing that renewable energy's growth contribution is nearly three times greater than fossil energy.

Results show no significant short-run effects. In the long run, ET (0.028990), ENT (0.008965), FDI, and LFPR are positive and significant, while GCF yields a negative coefficient (−0.168153) reflecting capital allocation inefficiencies. Granger causality confirms a unidirectional relationship from GDP to ET, supporting the conservation hypothesis.

Variance Decomposition identifies GCF as the dominant driver of GDP volatility (37.87–49.93%), while FDI's contribution rises from 3.82% to 21.79%, consistent with technology spillover dynamics. These findings justify prioritizing renewable energy investment as a fiscal policy instrument, alongside improvements in capital allocation and human capital development as pillars of Indonesia's sustainable long-run growth.

Keywords: economic growth, renewable energy, non-renewable energy, VECM, Variance Decomposition, Indonesia

SEMARANG
FEB UNDIP

Abstrak

Ketergantungan struktural Indonesia terhadap bahan bakar fosil, dikombinasikan dengan tidak adanya studi yang secara simultan memasukkan energi terbarukan, energi tidak terbarukan, investasi, modal, dan tenaga kerja dalam satu kerangka jangka panjang untuk Indonesia, melatarbelakangi penelitian ini. Vector Error Correction Model (VECM) dengan uji kausalitas Granger, Impulse Response Function (IRF), dan Variance Decomposition diterapkan untuk menganalisis pengaruh ET, ENT, FDI, GCF, dan LFPR terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia periode 1990–2024, memperluas penelitian sebelumnya dengan mencakup dinamika pasca-COVID. Kebaruan penelitian ini terletak pada kuantifikasi jangka panjang pertama yang secara simultan membandingkan elastisitas ET dan ENT bersama determinan investasi dan tenaga kerja dalam satu VECM, membuktikan kontribusi pertumbuhan energi terbarukan hampir tiga kali lebih besar dibandingkan energi fosil.

Hasil estimasi menunjukkan tidak ada pengaruh signifikan dalam jangka pendek. Dalam jangka panjang, ET (0,028990), ENT (0,008965), FDI, dan LFPR terbukti positif dan signifikan, sementara GCF menunjukkan koefisien negatif (-0,168153) yang mencerminkan inefisiensi alokasi modal. Uji kausalitas Granger mengkonfirmasi hubungan satu arah dari PDB ke ET, mendukung conservation hypothesis.

Variance Decomposition mengidentifikasi GCF sebagai penggerak utama volatilitas PDB (37,87–49,93%), sementara kontribusi FDI meningkat dari 3,82% menjadi 21,79%, konsisten dengan dinamika technology spillover. Temuan ini menjustifikasi prioritas investasi energi terbarukan sebagai instrumen kebijakan fiskal, disertai perbaikan alokasi modal domestik dan penguatan human capital sebagai pilar pertumbuhan ekonomi Indonesia yang berkelanjutan.

Kata kunci: pertumbuhan ekonomi, energi terbarukan, energi tidak terbarukan, VECM, Variance Decomposition, Indonesia

FEB UNDIP

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat, karunia, serta kemudahan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Komparatif Konsumsi Energi Terbarukan dan Energi Tidak Terbarukan terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia 1990–2024" dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ekonomi pada Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro. Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan berbagai pihak.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Prof. Faisal, S.E., M.Si., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro, atas kesempatan dan lingkungan akademik yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
2. Bapak Dr. Jaka Aminata, S.E., M.A., selaku Kepala Departemen dan Dosen Pembimbing, yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing serta memberikan arahan dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini. Penulis sangat menghargai setiap bimbingan, dukungan, dan kepercayaan yang diberikan sehingga penulis dapat melalui proses ini dengan lebih baik. Segala ilmu, perhatian, dan pembelajaran yang diberikan menjadi pengalaman berharga bagi penulis, tidak hanya dalam menyelesaikan skripsi tetapi juga dalam memahami proses belajar itu sendiri.
3. Bapak Prof. Firmansyah, S.E., M.Si., Ph.D., selaku dosen wali, atas perhatian, arahan, serta dukungan yang diberikan kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan.

4. Ibu Dr. Hastarini Dwi Atmanti, S.E., M.Si. dan Ibu Andini Kusumawardhani, S.E., M.Si., selaku Dosen Penguji, atas masukan, koreksi, dan arahan yang diberikan dengan penuh perhatian selama proses ujian dan revisi. Kritik dan saran yang disampaikan tidak hanya menyempurnakan skripsi ini, tetapi juga membentuk cara penulis berpikir lebih kritis dan teliti dalam menganalisis permasalahan secara ilmiah.
5. Seluruh dosen Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan pengalaman berharga selama proses perkuliahan.
6. Seluruh staf dan tenaga kependidikan Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro yang telah membantu kelancaran proses administrasi dan kegiatan akademik penulis.
7. Ayah dan Bunda tercinta, Bambang Setiawan dan Sri Rahayu, yang selalu memberikan doa, cinta, dan dukungan tanpa henti. Terima kasih atas kesabaran, kepercayaan, dan kasih sayang yang selalu menguatkan penulis dalam setiap langkah. Tanpa doa dan restu Ayah dan Bunda, perjalanan ini tidak akan sampai pada titik ini.
8. Almira dan Chiyo, sahabat yang selalu ada dan siap siaga bagi penulis dalam setiap keadaan. Terima kasih karena selalu menjadi tempat berbagi cerita, mendengarkan, dan menguatkan penulis di setiap proses yang tidak selalu mudah.
9. Amel, Mea, Syabila, Heru, Raekhan, Galib, Shafa, dan Wina, teman-teman dekat selama masa perkuliahan yang telah banyak memberikan dukungan, bantuan, dan kebersamaan yang begitu berharga. Terima kasih telah membuat perjalanan ini terasa lebih ringan dan penuh cerita.
10. Indah Asyifa dan Selvi, yang menjadi teman dekat dalam proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas bantuan, semangat, dan kebersamaan dalam melewati berbagai proses hingga skripsi ini akhirnya dapat terselesaikan.

11. Diri penulis sendiri, yang telah berusaha bertahan, belajar, dan terus melangkah melalui berbagai proses yang tidak selalu mudah. Terima kasih karena tetap percaya, tetap mencoba, dan memilih untuk tidak menyerah hingga akhirnya perjalanan ini dapat diselesaikan.



DAFTAR ISI

	Halaman
PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN KELULUSAN UJIAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
<i>Abstract</i>	vi
Abstrak	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	13
1.3 Tujuan dan Kegunaan Penelitian.....	14
1.3.1 Tujuan Penelitian	14
1.3.2 Kegunaan Penelitian	15
1.4 Sistematika Penulisan.....	16
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	18
2.1 Landasan Teori	18
2.1.1 Teori Pertumbuhan Ekonomi.....	18
2.2 Hubungan Antar Variabel	27
2.2.1 Energi Terbarukan dan Pertumbuhan Ekonomi.....	27
2.2.2 Energi Tidak Terbarukan dan Pertumbuhan Ekonomi	28
2.2.3 <i>Foreign Direct Investment</i> (FDI) dan Pertumbuhan.....	29
2.2.4 <i>Gross Capital Formation</i> dan Pertumbuhan Ekonomi.....	29
2.2.4 Labor Force Participation Rate dan Pertumbuhan Ekonomi	30
2.3 Penelitian Terdahulu.....	31
2.4 Kerangka Pemikiran	39

2.5 Hipotesis Penelitian.....	40
BAB III METODE PENELITIAN.....	42
3.1 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel.....	42
3.1.1 Variabel Penelitian.....	42
3.1.2 Definisi Operasional Variabel	43
3.2 Populasi dan Sampel	45
3.3 Jenis dan Sumber Data	46
3.4 Metode Pengumpulan Data	47
3.5 Metode Analisis.....	48
3.5.1 Model Matematis Penelitian dan Persamaan Regresi.....	48
3.5.2 Uji Staioneritas	54
3.5.3 Penentuan Lag Optimal.....	56
3.5.4 Uji Kointegrasi Johansen	57
3.5.5 Estimasi Model <i>Vector Error Correction Model</i> (VECM).....	58
3.5.6 Uji Kausalitas Granger.....	60
3.5.7 <i>Impulse Response Function</i> (IRF).....	62
3.5.8 <i>Variance Decomposition</i> (VD)	63
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	64
4.1 Deskripsi Objek Penelitian.....	64
4.1.1 Pertumbuhan Ekonomi	64
4.1.2 Konsumsi Energi Terbarukan	65
4.1.3 Konsumsi Energi Tak Terbarukan.....	66
4.1.4 <i>Foreign Direct Investment</i> (FDI).....	67
4.1.5 <i>Gross Capital Formation</i> (GCF)	68
4.1.6 <i>Labor Force Participation Rate</i> (LFPR)	69
4.2 Analisis Data	70
4.2.1 Penetapan Kerangka Waktu dan Pemeriksaan Kualitas Data.....	70
4.2.2 Uji Stasioneritas	74
4.2.3 Uji Lag Optimal	76
4.2.3 Uji Stabilitas VAR.....	77
4.2.5 Uji Kointegrasi.....	78

4.2.6 Uji Estimasi VECM.....	81
4.2.6 Uji Kausalitas Granger.....	85
4.2.7 Analisis <i>Impulse Response Function</i> (IRF).....	87
4.2.8 <i>Variance Decomposition</i>	92
4.3 Interpretasi Hasil	100
4.3.1 Hubungan Pertumbuhan Ekonomi dan Konsumsi Energi Terbarukan	100
4.3.2 Hubungan Pertumbuhan Ekonomi dan Konsumsi Energi Tidak Terbarukan	103
4.3.3 Hubungan Pertumbuhan Ekonomi dan <i>Foreign Direct Investment</i> (FDI)	105
4.3.4 Hubungan Pertumbuhan Ekonomi dan <i>Gross Capital Formation</i> (GCF)	107
4.3.5 Hubungan Pertumbuhan Ekonomi dan <i>Labor Force Participation Rate</i> (LFPR).....	110
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	113
5.1 Kesimpulan.....	113
5.2 Keterbatasan	114
5.3 Saran.....	115
DAFTAR PUSTAKA	117
LAMPIRAN.....	121



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	34
Tabel 4.1 Hasil Uji Stationeritas	75
Tabel 4.2 Hasil Uji Lag Optimal.....	77

Tabel 4.3	Hasil Uji Stabilitas VAR.....	78
Tabel 4.4	Hasil Uji Kointegrasi (<i>Trace</i>).....	79
Tabel 4.5	Hasil Uji Kointegrasi (<i>Maximum Eigenvalue</i>).....	80
Tabel 4.6	Hasil VECM Jangka Pendek.....	82
Tabel 4.7	Hasil VECM Jangka Panjang.....	83
Tabel 4.8	Hasil Uji Kausalitas Granger	86
Tabel 4.9	Hasil <i>Variance Decomposition</i> Variabel GDP.....	93
Tabel 4.10	Hasil <i>Variance Decomposition</i> Variabel ET	94
Tabel 4.11	Hasil <i>Variance Decomposition</i> Variabel ENT	95
Tabel 4.12	Hasil <i>Variance Decomposition</i> Variabel FDI.....	97
Tabel 4.13	Hasil <i>Variance Decomposition</i> Variabel GCF	98
Tabel 4.14	Hasil <i>Variance Decomposition</i> Variabel LFPR	99



FEB UNDIP

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1	Tren PDB Indonesia 1990–2024..... 3
Gambar 1.2	Konsumsi Energi Terbarukan Indonesia, 1990–2024 (%)..... 5
Gambar 1.3	Konsumsi Energi Tidak Terbarukan Indonesia, 1990–2024 (%).... 6
Gambar 1.4	Perkembangan Foreign Direct Investment (FDI) Indonesia (%) terhadap PDB), 1990-2024..... 7

Gambar 1.5	Perkembangan Gross Capital Formation Indonesia Tahun 1990–2024.....	8
Gambar 1.6	Perkembangan Tingkat <i>Labor Force Participation Rate</i> Indonesia Tahun 1990-2024	9
Gambar 2.1	Kerangka Pemikiran.....	40
Gambar 4.1	Tren PDB Indonesia 1990–2024.....	65
Gambar 4.2	Konsumsi Energi Terbarukan Indonesia, 1990–2024 (%).....	66
Gambar 4.3	Konsumsi Energi Tidak Terbarukan Indonesia, 1990–2024 (%)..	67
Gambar 4.4	Perkembangan Foreign Direct Investment (FDI) Indonesia (% terhadap PDB), 1990-2024.....	68
Gambar 4.5	Perkembangan Gross Capital Formation Indonesia Tahun 1990–2024.....	69
Gambar 4.6	Perkembangan Tingkat <i>Labor Force Participation Rate</i> Indonesia Tahun 1990-2024	70
Gambar 4.7	Respon LNGDP terhadap <i>shock</i> LNGDP	88
Gambar 4.8	Respon LNGDP terhadap <i>shock</i> ET.....	88
Gambar 4.9	Respon LNGDP terhadap <i>shock</i> ENT.....	89
Gambar 4.10	Respon LNGDP terhadap <i>shock</i> FDI.....	90
Gambar 4.11	Respon LNGDP terhadap <i>shock</i> LNGCF	91
Gambar 4.12	Respon LNGDP terhadap <i>shock</i> LFPR.....	91

FEB UNDIP

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A : Data Set.....	121
Lampiran B : Uji Stationer	122
Lampiran C : Uji Lag Optimal	125
Lampiran D : Uji Stabilitas VAR.....	125
Lampiran E : Uji Kointegrasi.....	126

Lampiran F : Uji Estimasi VECM	129
Lampiran G : Uji Kausalitas Granger	130
Lampiran H : <i>Impulse Response Function</i> (IRF)	131
Lampiran I : <i>Variance Decomposition</i> (VD)	132



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi sering digunakan sebagai ukuran untuk mengevaluasi keberhasilan pembangunan, terutama dalam meningkatkan kesejahteraan dan kualitas hidup masyarakat. Secara konseptual, pertumbuhan ekonomi menggambarkan peningkatan kapasitas suatu perekonomian dalam memproduksi barang dan jasa dari waktu ke waktu, yang pada akhirnya berpengaruh langsung terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat, penciptaan lapangan kerja, dan pengurangan kemiskinan (Todaro & Smith, 2015). Bagi negara berkembang seperti Indonesia, menjaga stabilitas dan keberlanjutan pertumbuhan ekonomi bukan sekadar target makroekonomi, melainkan prasyarat mendasar bagi transformasi sosial dan peningkatan taraf hidup jutaan penduduk (Mankiw, 2016).

Namun, pertumbuhan ekonomi tidak datang dengan sendirinya. Ia dihasilkan oleh kombinasi berbagai faktor produksi yaitu modal, tenaga kerja, teknologi, dan yang sering luput dari perhatian adalah energi. Tanpa pasokan energi yang memadai, mesin-mesin pabrik tidak bisa beroperasi, transportasi barang terhenti, dan seluruh rantai aktivitas ekonomi modern menjadi lumpuh. Inilah yang membuat energi bukan sekadar pelengkap, melainkan prasyarat bagi pertumbuhan ekonomi itu sendiri (Stern, 2015).

Di sinilah letak tantangan besar Indonesia. Sebagai negara dengan populasi terbesar keempat di dunia dan salah satu ekonomi terbesar di Asia Tenggara, kebutuhan energi Indonesia terus meningkat seiring ekspansi ekonominya. Namun

di saat yang sama, pertanyaan tentang dari mana energi itu berasal seperti apakah dari sumber yang bisa habis seperti batu bara dan minyak, atau dari sumber yang bisa diperbarui seperti air terjun dan panas bumi menjadi semakin krusial untuk dijawab (World Bank, 2025; Kementerian ESDM, 2023).

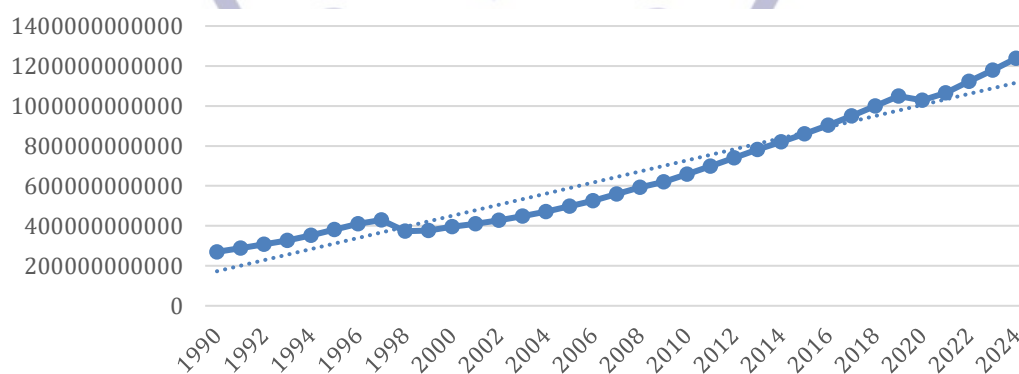
Untuk memahami dinamika ini secara menyeluruh, penelitian ini memilih periode 1990 hingga 2024 sebagai rentang analisis. Pemilihan tahun 1990 sebagai titik awal bukan tanpa alasan. Pada dekade 1990-an, Indonesia tengah berada dalam puncak era Orde Baru dengan pertumbuhan ekonomi yang mencapai rata-rata 7–8% per tahun, ditopang oleh ekspansi industri manufaktur, pembangunan infrastruktur masif, dan lonjakan investasi asing yang signifikan (Hill, 2000). Struktur konsumsi energi Indonesia pada periode ini juga mulai mengalami pergeseran nyata dari pangsa energi terbarukan terutama tenaga air dan biomassa tradisional mulai tergeser oleh konsumsi bahan bakar fosil yang meningkat pesat seiring industrialisasi (World Bank, 2025). Titik awal 1990 dengan demikian menandai momen di mana hubungan antara energi dan pertumbuhan ekonomi Indonesia mulai membentuk pola struktural yang bertahan hingga hari ini.

Rentang waktu 35 tahun yang dipilih juga memungkinkan penelitian ini mencakup seluruh siklus besar perekonomian Indonesia: boom ekonomi dekade 1990-an, krisis moneter Asia 1997–1998, era reformasi dan pemulihan 2000-an, periode pertumbuhan stabil 2010-an, guncangan pandemi COVID-19 tahun 2020, dan fase pemulihan pascapandemi hingga 2024. Keberagaman fase ini penting karena hubungan antara energi, investasi, dan pertumbuhan ekonomi tidak bersifat seragam sepanjang waktu dan berubah tergantung pada kondisi struktural yang

melingkupinya (Enders, 2015; Gujarati & Porter, 2009). Data PDB yang digunakan dalam penelitian ini adalah PDB riil Indonesia dalam harga konstan tahun 2015 dalam satuan Dolar AS (*current* USD), sebagaimana yang tersedia dalam *World Bank World Development Indicators* (2025).

Berdasarkan data tersebut, nilai PDB Indonesia meningkat dari sekitar USD 114 miliar pada tahun 1990 menjadi lebih dari USD 1,4 triliun pada tahun 2024 suatu lonjakan yang mencerminkan transformasi struktural perekonomian yang luar biasa dalam tiga dekade (World Bank, 2025). Namun tren jangka panjang yang terlihat mulus itu menyimpan dua titik patah yang sangat tajam yaitu pertama, kontraksi pada 1998 saat Krisis Moneter Asia menghantam perekonomian Indonesia dengan keras, dan kedua, kontraksi pada 2020 akibat pandemi COVID-19. Kedua episode ini penting untuk dipahami karena keduanya juga meninggalkan jejak pada pola konsumsi energi dan investasi di Indonesia.

Gambar 1.1
Tren PDB Indonesia 1990–2024



Sumber: *World Bank* (2025)

Krisis Moneter Asia 1997–1998 merupakan salah satu guncangan ekonomi terbesar yang pernah dialami Indonesia. Rupiah terdepresiasi hingga lebih dari 80% terhadap Dolar AS, output ekonomi menyusut sekitar 13,1% pada tahun 1998, dan

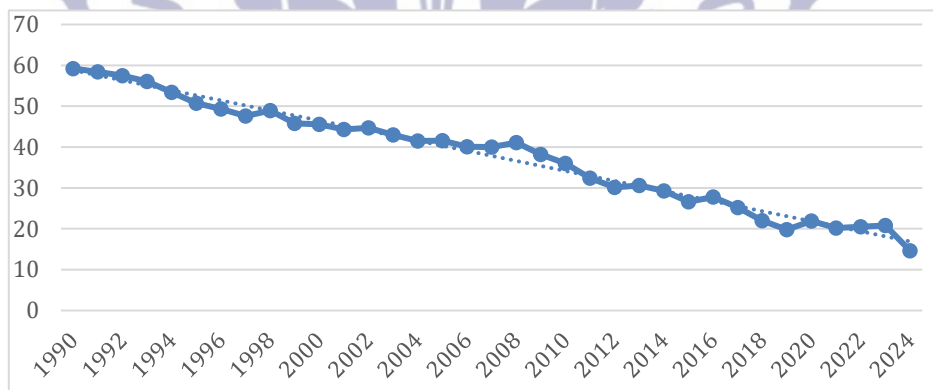
angka kemiskinan melonjak drastis dari sekitar 11% menjadi hampir 24% dalam waktu kurang dari dua tahun (Hill, 2000; World Bank, 2025). Dampak krisis ini juga terasa langsung pada sektor energi dan investasi ditunjukkan dengan arus FDI yang sebelumnya deras mengalir ke Indonesia berbalik menjadi *capital flight* yang masif, dan investasi domestik (GCF) anjlok tajam akibat hilangnya kepercayaan investor. Pemulihan ekonomi Indonesia pasca-1998 berlangsung bertahap, ditopang oleh reformasi struktural, stabilisasi makroekonomi, dan meningkatnya konsumsi domestik yang kemudian menjadi pilar utama pertumbuhan (Thee Kian Wie, 2002).

Sementara itu, pandemi COVID-19 pada tahun 2020 menciptakan gangguan yang berbeda karakternya namun tidak kalah besar dampaknya. Pembatasan mobilitas yang luas menyebabkan aktivitas ekonomi terhenti secara mendadak, permintaan energi turun tajam, dan rantai pasok global terganggu secara simultan. Ekonomi Indonesia mengalami kontraksi sebesar 2,07% pada tahun 2020 untuk pertama kalinya sejak krisis 1998 (World Bank, 2025). Meski demikian, pemulihan Indonesia tergolong cepat ditunjukkan dengan pertumbuhan kembali ke jalur positif pada 2021 dengan laju 3,69%, dan berlanjut ke 5,31% pada 2022, didorong oleh ekspansi ekspor komoditas energi terutama batu bara yang justru mengalami lonjakan harga di pasar global pasca-pandemi (Bank Indonesia, 2023).

Dari sisi struktur energi, Indonesia menghadapi kenyataan yang kompleks. Konsumsi energi terbarukan mencakup berbagai sumber, namun kontribusinya dalam bauran energi nasional justru menunjukkan tren yang menurun dalam jangka panjang. Tenaga air (*hydropower*) adalah andalan terbesar energi terbarukan Indonesia, dengan potensi yang tersebar luas di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi,

dan Papua. Panas bumi (*geothermal*) menjadi keunggulan komparatif Indonesia sebagai negara dengan cadangan panas bumi terbesar kedua di dunia, dengan kapasitas terpasang mencapai sekitar 2.276 MW pada 2023 (Kementerian ESDM, 2023). Biomassa dan bioenergi berkontribusi terutama di sektor rumah tangga pedesaan dan industri berbasis pertanian. Sementara energi surya dan angin masih dalam tahap awal pengembangan, meski potensi teknisnya sangat besar mengingat posisi geografis Indonesia yang berada di garis khatulistiwa (International Energy Agency, 2024).

Gambar 1.2
Konsumsi Energi Terbarukan Indonesia, 1990–2024 (%)



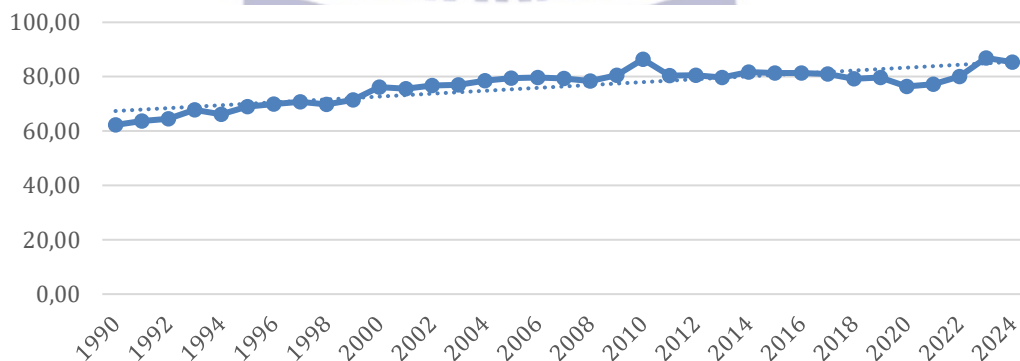
Sumber: *World Bank* (2025)

Namun demikian, data menunjukkan bahwa pangsa energi terbarukan dalam total konsumsi energi Indonesia justru cenderung menurun sepanjang 1990–2024, dari sekitar 47% pada 1990 menjadi hanya sekitar 14,65% pada periode terbaru (World Bank, 2025). Penurunan ini bukan berarti konsumsi energi terbarukan dalam nilai absolut berkurang, melainkan mencerminkan bahwa pertumbuhan konsumsi energi fosil berlangsung jauh lebih cepat seiring industrialisasi dan urbanisasi yang masif. Fenomena ini merupakan cerminan dari "*energy paradox*" yang umum terjadi di negara berkembang yaitu semakin cepat

ekonomi tumbuh, semakin besar pula ketergantungan pada energi fosil karena infrastrukturnya lebih siap dan biayanya lebih terjangkau dalam jangka pendek (Apergis & Payne, 2011; International Energy Agency, 2024).

Di sisi lain, konsumsi energi tidak terbarukan Indonesia didominasi oleh tiga sumber fosil utama yang memiliki peran struktural berbeda-beda. Batu bara menjadi tulang punggung pembangkit listrik nasional, memasok lebih dari 60% kebutuhan listrik Indonesia sekaligus menjadi komoditas ekspor terbesar berdasarkan nilai (Kementerian ESDM, 2023). Minyak bumi berperan vital dalam sektor transportasi dan industri petrokimia, meskipun produksi dalam negeri terus menurun sejak puncaknya di tahun 1990-an sehingga Indonesia kini menjadi importir minyak neto. Gas alam berkontribusi sebagai bahan bakar industri dan pembangkit listrik, sekaligus menjadi komoditas ekspor melalui skema LNG (*Liquefied Natural Gas*) ke Jepang, Korea Selatan, dan Tiongkok (World Bank, 2025; Kementerian ESDM, 2023).

Gambar 1.3
Konsumsi Energi Tidak Terbarukan Indonesia, 1990–2024 (%)

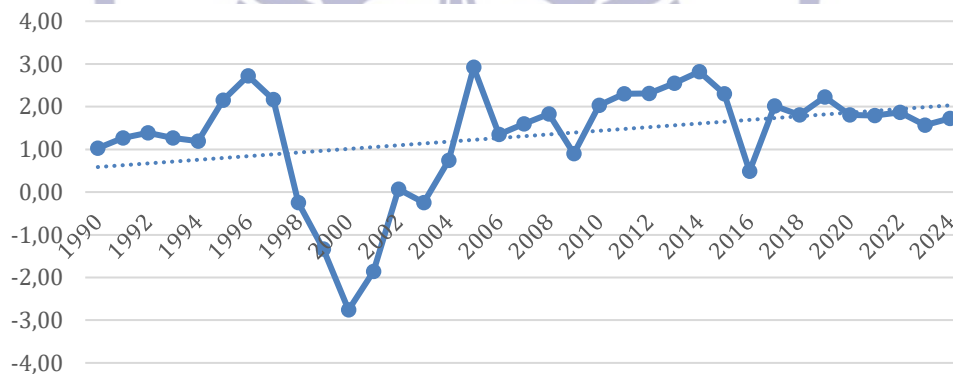


Sumber: *World Bank* (2025)

Data menunjukkan bahwa pangsa energi tidak terbarukan dalam bauran energi nasional meningkat dari sekitar 62% pada 1990 menjadi lebih dari 85% pada

periode terbaru (World Bank, 2025). Dominasi ini mencerminkan ketergantungan struktural yang dalam antara aktivitas ekonomi Indonesia dan pasokan energi fosil. Namun, ketergantungan tersebut menyimpan risiko tersendiri yaitu fluktuasi harga minyak dan gas di pasar internasional dapat memengaruhi stabilitas makroekonomi secara signifikan, sementara tekanan dari kesepakatan iklim global semakin mendorong negara-negara untuk membatasi penggunaan bahan bakar fosil dalam jangka menengah (Grossman & Krueger, 1995; International Energy Agency, 2024).

Gambar 1.4
Perkembangan *Foreign Direct Investment (FDI)* Indonesia
(% terhadap PDB), 1990–2024



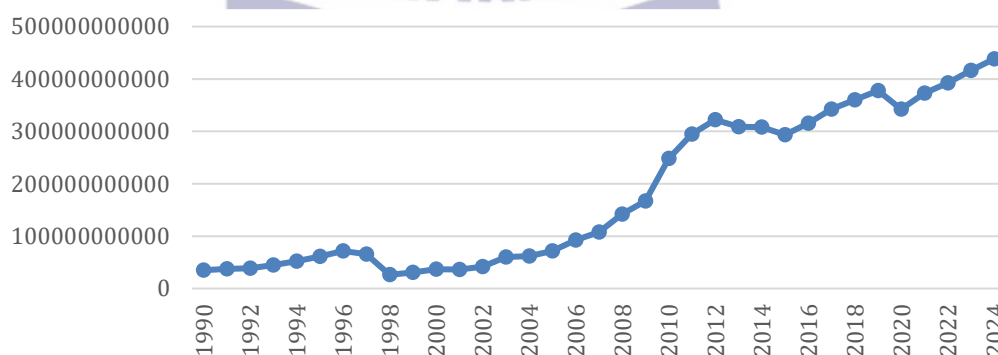
Sumber: *World Bank* (2025)

Selain energi, dua faktor lain yang tidak bisa dipisahkan dari pertumbuhan ekonomi adalah investasi asing dan pembentukan modal domestik. Investasi Asing Langsung atau yang dikenal dengan istilah *Foreign Direct Investment (FDI)* memiliki peran strategis bagi negara berkembang karena tidak hanya membawa tambahan modal, tetapi juga teknologi, keahlian manajerial, dan akses ke jaringan produksi global yang sulit dibangun secara mandiri (Borensztein, De Gregorio, & Lee, 1995). Bagi Indonesia, FDI menjadi sumber pembiayaan yang sangat penting

terutama untuk sektor-sektor yang membutuhkan investasi berskala besar seperti energi, manufaktur, dan infrastruktur.

Pola FDI Indonesia selama 1990–2024 sangat mencerminkan pasang-surut kepercayaan investor asing terhadap kondisi dalam negeri. Krisis 1997–1998 menyebabkan FDI mencatat nilai negatif selama beberapa tahun yang artinya lebih banyak modal asing yang keluar dari Indonesia daripada yang masuk, suatu fenomena yang dikenal sebagai *capital flight*. Pemulihan FDI baru terjadi secara signifikan pada pertengahan 2000-an seiring membaiknya stabilitas makroekonomi dan reformasi iklim investasi. Dalam beberapa tahun terakhir, FDI mulai mengalir ke sektor-sektor strategis termasuk energi baru dan terbarukan serta industri pengolahan sumber daya alam (World Bank, 2025; BKPM, 2024). Kondisi ini menunjukkan bahwa FDI tidak hanya dipengaruhi oleh stabilitas ekonomi, tetapi juga berperan dalam mendorong pertumbuhan ekonomi melalui peningkatan investasi dan produktivitas.

Gambar 1.5
Perkembangan Gross Capital Formation Indonesia Tahun 1990–2024



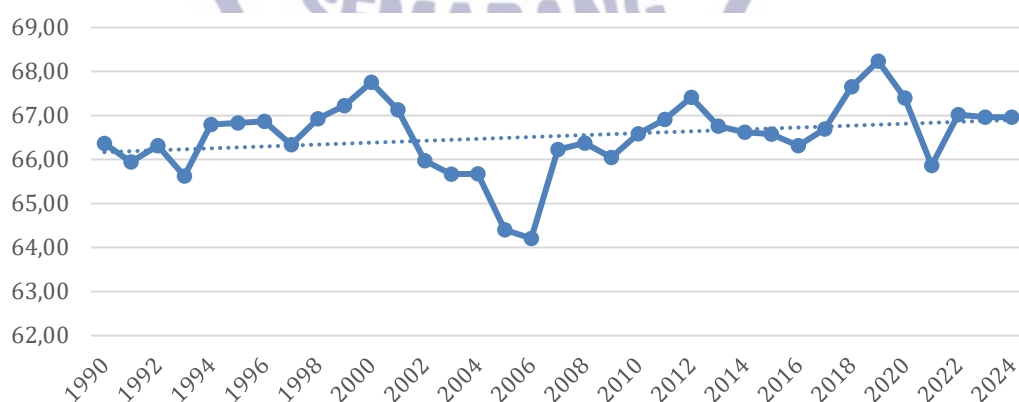
Sumber: *World Bank* (2025)

Sementara itu, Gross Capital Formation (GCF) yang mencerminkan total investasi fisik dalam perekonomian, baik berupa pembangunan gedung, jalan,

pabrik, maupun pengadaan mesin dan peralatan merupakan salah satu motor penggerak pertumbuhan ekonomi dalam teori neoklasik. Semakin banyak modal fisik yang diakumulasi, semakin besar kapasitas produksi yang tersedia, dan semakin tinggi potensi output jangka panjang yang bisa dicapai (Mankiw, 2016).

Data GCF Indonesia menunjukkan tren peningkatan jangka panjang yang konsisten, dari sekitar USD 46 miliar pada 1990 menjadi lebih dari USD 400 miliar pada 2024, meskipun mengalami kontraksi tajam pada 1998 dan perlambatan pada 2020 (World Bank, 2025). Peningkatan ini mencerminkan komitmen investasi dalam negeri yang terus tumbuh, didorong oleh program pembangunan infrastruktur pemerintah, ekspansi sektor swasta, dan kebijakan fiskal yang mendukung akumulasi modal. Namun demikian, peningkatan investasi tidak selalu secara langsung meningkatkan pertumbuhan ekonomi apabila investasi tersebut tidak dialokasikan secara efisien.

Gambar 1.6
Perkembangan Tingkat *Labor Force Participation Rate* Indonesia Tahun 1990–2024



Sumber: *World Bank* (2025)

Di luar modal dan energi, tenaga kerja tetap menjadi fondasi yang tidak tergantikan dalam proses produksi. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja atau *Labor*

Force Participation Rate (LFPR) mencerminkan proporsi penduduk usia produktif yang aktif bekerja atau sedang mencari pekerjaan. Dalam teori pertumbuhan neoklasik, peningkatan jumlah tenaga kerja yang aktif berkontribusi secara langsung pada perluasan kapasitas produksi agregat, terutama ketika disertai peningkatan kualitas dan produktivitas sumber daya manusia (Romer, 1990; Mankiw, 2016).

LFPR Indonesia selama periode penelitian menunjukkan pola yang relatif stabil di kisaran 65–68%, yang berarti jumlah masyarakat yang bekerja atau aktif mencari pekerjaan tidak mengalami perubahan yang terlalu besar dari waktu ke waktu. Namun, di balik angka yang terlihat stabil itu, terjadi pergeseran komposisi yang signifikan: angkatan kerja Indonesia berangsur-angsur bergerak dari sektor pertanian ke sektor industri dan jasa, suatu transformasi struktural yang berimplikasi pada produktivitas dan kualitas kontribusi tenaga kerja terhadap pertumbuhan (Thee Kian Wie, 2002; World Bank, 2025).

Perkembangan LFPR Indonesia selama periode 1990–2024 menunjukkan pola yang relatif stabil dengan fluktuasi yang tidak terlalu besar. Hal ini mengindikasikan bahwa ketersediaan tenaga kerja di Indonesia masih cukup memadai untuk menunjang proses pertumbuhan ekonomi. Namun, tantangan utama terletak pada peningkatan kualitas sumber daya manusia, terutama dalam menghadapi transformasi ekonomi berbasis teknologi dan energi bersih. Oleh karena itu, peningkatan keterampilan, pendidikan, serta pelatihan tenaga kerja menjadi faktor penting dalam meningkatkan produktivitas dan daya saing ekonomi nasional (Romer, 1990).

Interaksi antara seluruh variabel ini yaitu konsumsi energi terbarukan, konsumsi energi tidak terbarukan, FDI, GCF, dan LFPR tidak terjadi secara independen satu sama lain. Ia membentuk sebuah sistem yang saling terhubung, di mana perubahan pada satu komponen dapat memicu respons pada komponen lainnya, baik dalam waktu singkat maupun dalam jangka panjang yang jauh lebih panjang. Untuk memahami sistem yang kompleks ini secara menyeluruh, dibutuhkan pendekatan analisis yang mampu menangkap dinamika jangka pendek dan jangka panjang secara serentak (Gujarati & Porter, 2009; Enders, 2015).

Dalam penelitian ini, jangka panjang didefinisikan sebagai horison waktu 30 hingga 50 tahun, suatu rentang yang cukup untuk menangkap perubahan struktural mendasar dalam sistem energi dan perekonomian, mencakup satu siklus penuh pergeseran bauran energi sebagaimana didokumentasikan Fouquet (2010) dan Fouquet & Pearson (2012). Sementara itu, jangka pendek merujuk pada dinamika dalam horison kurang dari 30 tahun, yang menggambarkan respons variabel makroekonomi terhadap guncangan sebelum sistem mencapai keseimbangannya kembali. Perbedaan ini krusial karena, dalam banyak kasus, hubungan antara energi dan pertumbuhan tidak langsung terasa dalam setahun dua tahun melainkan terbangun secara akumulatif dalam rentang yang jauh lebih panjang (Apergis & Payne, 2011).

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara konsumsi energi, investasi, dan faktor tenaga kerja terhadap pertumbuhan ekonomi tidak dapat dijelaskan secara sederhana, melainkan memerlukan pendekatan analisis yang lebih komprehensif. Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa konsumsi energi

memiliki keterkaitan dengan pertumbuhan ekonomi, meskipun arah hubungan tersebut tidak selalu sama pada setiap negara. Sebagian menemukan bahwa konsumsi energi mendorong pertumbuhan (*growth hypothesis*), sebagian lain menemukan sebaliknya (*conservation hypothesis*), sementara yang lain menemukan hubungan dua arah yang saling memengaruhi (*feedback hypothesis*), atau bahkan tidak menemukan hubungan sama sekali (*neutrality hypothesis*). Perbedaan hasil ini mencerminkan bahwa hubungan antara energi dan pertumbuhan sangat bergantung pada konteks spesifik masing-masing negara yaitu struktur industrinya, tingkat pembangunannya, dan periode waktu yang dianalisis (Apergis & Payne, 2011; Stern, 2015; Yu & Choi, 1985).

Untuk Indonesia, penelitian yang secara bersamaan mengkaji konsumsi energi terbarukan, energi tidak terbarukan, FDI, GCF, dan LFPR terhadap pertumbuhan ekonomi dalam satu kerangka analisis terpadu masih sangat terbatas. Sebagian besar studi sebelumnya hanya memasukkan satu atau dua variabel energi tanpa memperhitungkan variabel investasi dan tenaga kerja secara simultan, sehingga hasilnya berisiko mengandung *omitted variable bias* yaitu kesalahan estimasi akibat tidak diperhitungkannya variabel penting lain yang sebenarnya turut memengaruhi pertumbuhan (Apergis & Payne, 2011; Stern, 2015). Selain itu, sebagian besar penelitian tentang Indonesia menggunakan periode data yang lebih pendek dan belum mencakup dinamika pasca-pandemi COVID-19.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini menggunakan pendekatan *Vector Error Correction Model* (VECM) yaitu sebuah metode ekonometrika yang dirancang khusus untuk menganalisis hubungan antar variabel dalam jangka pendek

dan jangka panjang secara bersamaan. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan uji kausalitas Granger untuk mengetahui arah hubungan sebab-akibat antar variabel, *Impulse Response Function* (IRF) untuk melihat bagaimana pertumbuhan ekonomi merespons ketika salah satu variabel mengalami guncangan tiba-tiba, serta *Variance Decomposition* untuk mengukur seberapa besar kontribusi masing-masing variabel dalam menjelaskan fluktuasi pertumbuhan ekonomi Indonesia dari waktu ke waktu (Gujarati & Porter, 2009; Enders, 2015).

Dengan menggunakan data periode 1990–2024 dan kerangka analisis yang komprehensif ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap dan berbasis bukti mengenai faktor-faktor yang sesungguhnya mendorong atau menghambat pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam jangka panjang. Temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi perumusan kebijakan energi dan investasi yang lebih tepat sasaran dan berorientasi pada keberlanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Konsumsi energi Indonesia selama periode 1990–2024 mencerminkan struktur bauran energi yang didominasi oleh sumber fosil, sementara pemanfaatan energi terbarukan masih jauh dari optimal. Di sisi lain, faktor-faktor pendukung pertumbuhan ekonomi seperti Foreign Direct Investment (FDI), pembentukan modal domestik (Gross Capital Formation/GCF), dan partisipasi tenaga kerja (Labor Force Participation Rate/LFPR) terus mengalami dinamika yang kompleks dan saling berkaitan. Berbagai penelitian terdahulu mengenai hubungan antara energi, investasi, modal, tenaga kerja, dan pertumbuhan ekonomi kerap menghasilkan temuan yang tidak konsisten, baik lintas negara maupun lintas

periode, sehingga diperlukan kajian yang lebih mendalam dengan pendekatan ekonometrika yang mampu menangkap hubungan jangka pendek dan jangka panjang secara bersamaan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh konsumsi energi terbarukan dan energi tidak terbarukan terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang, serta energi mana yang memberikan pengaruh lebih dominan?
2. Bagaimana pengaruh *Foreign Direct Investment* (FDI), *Gross Capital Formation* (GCF), dan *Labor Force Participation Rate* (LFPR) terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia?
3. Bagaimana dinamika respons pertumbuhan ekonomi Indonesia terhadap guncangan pada variabel energi, investasi, modal, dan tenaga kerja, serta seberapa besar kontribusi masing-masing variabel dalam menjelaskan fluktuasi pertumbuhan ekonomi?

1.3 Tujuan dan Kegunaan Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis pengaruh konsumsi energi terbarukan dan energi tidak terbarukan terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang, serta membandingkan dominansi pengaruh keduanya.

2. Menganalisis pengaruh *Foreign Direct Investment (FDI)*, *Gross Capital Formation (GCF)*, dan *Labor Force Participation Rate (LFPR)* terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia.
3. Menganalisis dinamika respons dan kontribusi masing-masing variabel terhadap fluktuasi pertumbuhan ekonomi Indonesia.

1.3.2 Kegunaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini diharapkan memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis. Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 - Memperkaya literatur ekonomi mengenai keterkaitan antara konsumsi energi terbarukan dan tidak terbarukan, investasi asing langsung, pembentukan modal, partisipasi tenaga kerja, dan pertumbuhan ekonomi dalam konteks Indonesia, khususnya melalui perbandingan peran energi terbarukan dan tidak terbarukan sebagai dua sumber energi yang bersaing dalam bauran energi nasional.
 - Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang mengkaji dinamika pertumbuhan ekonomi menggunakan pendekatan *Vector Error Correction Model (VECM)*, *Granger Causality*, *Impulse Response Function (IRF)*, dan *Variance Decomposition*.
2. Manfaat Praktis
 - Memberikan masukan berbasis bukti empiris bagi pembuat kebijakan dalam merancang strategi bauran energi yang mendorong pertumbuhan

ekonomi secara berkelanjutan, dengan mempertimbangkan kontribusi relatif energi terbarukan dibandingkan energi tidak terbarukan.

- Membantu pelaku ekonomi dan investor memahami dinamika kontribusi variabel energi, investasi, modal, dan tenaga kerja terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat sasaran.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai alur penelitian, mulai dari identifikasi masalah hingga penarikan kesimpulan. Adapun sistematika penulisan dijabarkan sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan,

Memuat latar belakang penelitian yang menguraikan fenomena bauran energi Indonesia, perkembangan investasi asing, pembentukan modal, serta partisipasi tenaga kerja dalam kaitannya dengan pertumbuhan ekonomi. Bab ini juga memuat rumusan masalah, tujuan dan kegunaan penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori,

Membahas teori pertumbuhan ekonomi neoklasik, konsep *energy-growth nexus* beserta keempat hipotesisnya, serta teori investasi asing langsung sebagai landasan penelitian. Bab ini juga menguraikan hubungan antar variabel penelitian, memuat tinjauan terhadap penelitian-penelitian terdahulu sebagai dasar empiris dan untuk mengidentifikasi kesenjangan penelitian, diakhiri dengan kerangka pemikiran dan hipotesis penelitian.

Bab III Metodologi Penelitian,

Menguraikan desain penelitian, jenis dan sumber data, definisi operasional variabel, serta tahapan metode analisis yang digunakan, meliputi uji stasioneritas, uji lag optimal, uji kointegrasi, estimasi VECM, uji kausalitas Granger, *Impulse Response Function* (IRF), dan *Variance Decomposition*. Bab ini juga menjelaskan alasan pemilihan masing-masing metode sehingga penelitian dapat direplikasi dan hasilnya dapat dipertanggungjawabkan.

Bab IV Hasil dan Pembahasan,

Menyajikan hasil penelitian dan pembahasan secara menyeluruh, memaparkan temuan dari analisis data dan membahasnya dengan merujuk pada teori serta penelitian terdahulu, sehingga pembaca dapat memahami implikasi dan kontribusi penelitian secara komprehensif.

Bab V Kesimpulan dan Saran,

Berisi kesimpulan dan saran yang menjawab rumusan masalah penelitian. Kesimpulan menekankan temuan utama penelitian, sedangkan saran ditujukan bagi pembuat kebijakan, peneliti selanjutnya, dan pelaku ekonomi dalam merumuskan strategi pemanfaatan energi *foreign direct investmen*, *gross capital formation*, dan *labor force participation rate* untuk mendukung pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Teori Pertumbuhan Ekonomi

Pertanyaan mendasar dalam ilmu ekonomi pembangunan adalah, mengapa sebagian negara bisa terus tumbuh dan makmur, sementara yang lain stagnan selama berpuluh-puluh tahun? Untuk menjawab pertanyaan ini, para ekonom mengembangkan apa yang dikenal sebagai teori pertumbuhan ekonomi, sebuah kerangka yang berupaya menjelaskan faktor-faktor apa yang secara fundamental menentukan kemampuan suatu perekonomian untuk meningkatkan output, yaitu total nilai barang dan jasa yang berhasil dihasilkan, dari waktu ke waktu. Todaro dan Smith (2015) dalam *Economic Development* edisi ke-12 mendefinisikan pertumbuhan ekonomi bukan sekadar angka yang naik, melainkan sebagai peningkatan nyata dalam produktivitas, efisiensi, dan kesejahteraan masyarakat. Oleh karena itu, memahami faktor-faktor yang mendorong pertumbuhan ekonomi menjadi penting, terutama bagi negara berkembang seperti Indonesia yang masih menghadapi berbagai tantangan struktural dalam mempertahankan pertumbuhan yang stabil dan berkelanjutan.

Pemikiran mengenai pertumbuhan ekonomi telah berkembang sejak abad ke-18. Adam Smith (1776) dalam *The Wealth of Nations* menjadi yang pertama menjelaskan secara sistematis bagaimana suatu negara bisa menjadi makmur. Menurut Smith, kunci utamanya adalah pembagian kerja (*division of labor*), yaitu ketika setiap orang atau setiap sektor fokus pada apa yang paling mereka kuasai,

produktivitas meningkat, modal terakumulasi, dan output nasional pun bertumbuh. David Ricardo (1817) dalam *Principles of Political Economy and Taxation* kemudian menambahkan bahwa ada batasnya, dimana semakin banyak modal atau tenaga kerja yang ditambahkan pada sumber daya yang terbatas, tambahan output yang dihasilkan akan semakin kecil. Prinsip ini dikenal sebagai *diminishing returns*, dan menjadi salah satu alasan mengapa pendekatan klasik dianggap kurang mampu menjelaskan pertumbuhan ekonomi yang terus berlanjut dalam jangka panjang (Todaro & Smith, 2015).

Keterbatasan teori klasik tersebut mendorong lahirnya teori pertumbuhan neoklasik. Robert M. Solow (1956) dalam artikel "*A Contribution to the Theory of Economic Growth*" yang diterbitkan di *The Quarterly Journal of Economics* memberikan jawaban yang lebih lengkap. Solow menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi tidak hanya ditentukan oleh seberapa banyak modal atau tenaga kerja yang dimiliki, tetapi sangat bergantung pada kemajuan teknologi. Dalam jangka pendek, investasi yang memiliki peran sebagai penambah modal memang mendorong pertumbuhan. Namun dalam jangka panjang, pertumbuhan per kapita hanya bisa bertahan apabila ada inovasi dan peningkatan teknologi yang terus-menerus. Tanpa itu, pertumbuhan akan melambat karena berlakunya *diminishing returns*. Mankiw (2016) dalam *Macroeconomics* edisi ke-9 menegaskan bahwa model Solow menjadi fondasi utama dalam banyak penelitian empiris karena mampu menggambarkan hubungan antara faktor produksi dan output secara sistematis dan kuantitatif.

Secara matematis, Solow merumuskan hubungan tersebut dalam fungsi produksi agregat sebagai berikut (Mankiw, 2016):

$$Y_t = F(K_t L_t A_t) \quad (2.1)$$

di mana Y adalah output yang dihasilkan K adalah stok modal (mesin, infrastruktur, fasilitas produksi), L adalah tenaga kerja, dan A adalah tingkat teknologi. Ketiganya bekerja bersama untuk menghasilkan output. Agar lebih mudah dianalisis secara empiris, persamaan ini biasanya disederhanakan ke dalam bentuk per tenaga kerja — yaitu seberapa besar output yang dihasilkan oleh setiap satu tenaga kerja (Mankiw, 2016):

$$y = f(\kappa) \quad (2.2)$$

di mana $y = \frac{Y}{L}$ merupakan output per tenaga kerja dan $\kappa = \frac{K}{L}$ adalah modal per tenaga kerja. Bentuk ini membantu menjelaskan konsep steady state, yaitu titik keseimbangan di mana pertumbuhan modal per tenaga kerja berhenti karena investasi baru hanya cukup untuk mengganti modal yang habis terpakai dan mengimbangi pertumbuhan jumlah tenaga kerja. Pada titik ini, pertumbuhan output per kapita dalam jangka panjang sepenuhnya ditentukan oleh kemajuan teknologi, bukan lagi oleh penambahan modal (Mankiw, 2016).

Untuk menerapkan model Solow secara empiris, penelitian ekonomi umumnya menggunakan fungsi produksi Cobb-Douglas. Fungsi ini diperkenalkan oleh Charles W. Cobb dan Paul H. Douglas (1928) dalam artikel “*A Theory of Production*” yang diterbitkan di *The American Economic Review*. Cobb-Douglas banyak digunakan karena sederhana namun mampu menggambarkan kontribusi

masing-masing faktor produksi terhadap output secara terukur. Bentuknya adalah sebagai berikut (Mankiw, 2016):

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta} \quad (2.3)$$

di mana A mencerminkan tingkat teknologi atau seberapa efisien faktor produksi digunakan, K adalah modal, dan L adalah tenaga kerja. Parameter α dan β menunjukkan elastisitas output terhadap perubahan modal dan tenaga kerja, yaitu berapa persen output berubah ketika modal atau tenaga kerja berubah satu persen, dengan faktor lain tetap. Apabila $\alpha + \beta = 1$ artinya jika semua input digandakan, output pun akan berlipat ganda secara proporsional, inilah yang disebut *constant returns to scale*, yang menjadi asumsi dasar model pertumbuhan neoklasik (Romer, 1990). Keunggulan Cobb-Douglas adalah kemampuannya mengukur kontribusi masing-masing faktor produksi secara terpisah, sehingga banyak digunakan dalam studi empiris untuk mengidentifikasi sumber-sumber pertumbuhan suatu negara.

Model Solow memiliki satu kelemahan penting yaitu teknologi dianggap sebagai sesuatu yang datang dari luar sistem ekonomi, seperti hadiah yang jatuh begitu saja tanpa bisa dipengaruhi oleh kebijakan. Kelemahan ini mendorong lahirnya teori pertumbuhan endogen. Paul M. Romer (1990) dalam artikel "*Endogenous Technological Change*" yang diterbitkan di *Journal of Political Economy* menjelaskan bahwa kemajuan teknologi sebenarnya lahir dari dalam perekonomian itu sendiri sebagai hasil investasi yang disengaja dalam riset, pengembangan, dan pengetahuan. Yang istimewa dari pengetahuan dan teknologi adalah sifatnya yang non-rival, jadi ketika satu perusahaan mengembangkan inovasi baru, perusahaan lain bisa ikut belajar dan memanfaatkannya tanpa

mengurangi ketersediaannya bagi yang pertama. Efek limpahan ini disebut *knowledge spillover*, dan bisa mendorong pertumbuhan yang terus-menerus tanpa batas atas. Robert E. Lucas Jr. (1988) dalam artikel “*On the Mechanics of Economic Development*” yang diterbitkan di *Journal of Monetary Economics* menambahkan bahwa investasi dalam kualitas manusia melalui pendidikan dan pelatihan adalah motor pertumbuhan jangka panjang yang tidak kalah penting dari investasi modal fisik. Bagi penelitian ini, teori Romer dan Lucas menegaskan mengapa FDI dan LFPR bukan sekadar angka tambahan, tetapi determinan struktural pertumbuhan jangka panjang yang harus diperhitungkan.

Model Solow juga melahirkan konsep konvergensi yang sangat relevan bagi negara berkembang, dimana negara yang modalnya masih sedikit cenderung tumbuh lebih cepat dibandingkan negara yang sudah kaya modal. Hal ini dikarenakan setiap tambahan modal memberikan hasil yang lebih besar ketika modal awal masih rendah. (Mankiw, 2016) menjelaskan bahwa ini membuka peluang bagi Indonesia untuk mengejar ketertinggalan melalui akumulasi modal dan transfer teknologi dari luar negeri. Di sinilah *Foreign Direct Investment (FDI)* berperan strategis yaitu selain membawa modal fisik, FDI juga menjadi jembatan transfer teknologi, pengetahuan manajerial, dan akses ke pasar global. John H. Dunning (1994) dalam *Multinational Enterprises and the Global Economy* menjelaskan melalui kerangka *Eclectic Paradigm (OLI)* bahwa perusahaan asing berinvestasi di luar negeri karena tiga keunggulan di antara lain keunggulan kepemilikan seperti teknologi unggul (*ownership advantage*), keunggulan lokasi seperti pasar yang besar dan tenaga kerja yang melimpah (*location advantage*),

serta keunggulan internalisasi untuk mengendalikan proses produksi secara langsung (*internalization advantage*). Borensztein, De Gregorio, dan Lee (1995) dalam *Journal of International Economics* mengkonfirmasi secara empiris bahwa FDI memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan yang melampaui sekadar kontribusi akumulasi modal biasa, namun efektivitasnya sangat bergantung pada tingkat modal manusia yang tersedia di negara penerima. Dimana negara dengan tenaga kerja yang lebih terdidik dapat menyerap dan mengadaptasi teknologi asing jauh lebih efektif (Todaro & Smith, 2015).

Seiring berkembangnya ilmu ekonomi, para peneliti menyadari bahwa modal dan tenaga kerja saja tidak cukup untuk menjelaskan pertumbuhan ekonomi yang sesungguhnya. Romer (1990) menjelaskan bahwa pertumbuhan juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang meningkatkan efisiensi dan kapasitas produksi secara keseluruhan. Oleh karena itu, fungsi produksi Cobb-Douglas diperluas dengan memasukkan variabel-variabel tambahan (Stern, 2015; Todaro & Smith, 2015):

$$Y = Af(K L Z) \quad (2.4)$$

di mana Z mencerminkan faktor pendukung lainnya seperti energi, investasi asing langsung, dan variabel lain yang mempengaruhi seberapa produktif faktor produksi utama bekerja. Pendekatan ini menjadi landasan bagi penelitian yang memasukkan energi dan investasi ke dalam kerangka pertumbuhan ekonomi. Salah satu perkembangan terpenting dalam teori pertumbuhan modern adalah pengakuan bahwa energi adalah faktor produksi yang tidak bisa diabaikan. David I. Stern (2015) dalam "*The Role of Energy in Economic Growth*" yang diterbitkan dalam

Annals of the New York Academy of Sciences menegaskan bahwa hampir seluruh aktivitas ekonomi modern bergantung pada energi dimulai dari menjalankan mesin pabrik, mengangkut barang, hingga menyalakan komputer di kantor. Ketika energi tersedia secara stabil dan terjangkau, produktivitas naik dan roda perekonomian berputar lebih cepat. Sebaliknya, ketika pasokan energi terganggu atau harganya melonjak, proses produksi terhambat dan pertumbuhan ekonomi ikut melambat. Dengan kata lain, energi bukan sekadar pendukung aktivitas ekonomi ia adalah input produksi yang secara langsung menentukan seberapa besar output yang bisa dihasilkan oleh suatu perekonomian, setara kedudukannya dengan modal dan tenaga kerja.

Apergis dan Payne (2011) dalam *Applied Energy* mengkonfirmasi hal ini secara empiris melalui analisis panel di 16 negara berkembang, di mana konsumsi energi baik terbarukan maupun tidak terbarukan terbukti berpengaruh signifikan terhadap output jangka panjang dan karenanya tidak dapat dikecualikan dari fungsi produksi tanpa menimbulkan bias estimasi yang serius. Pengakuan energi sebagai faktor produksi ini melahirkan konsep *energy-growth nexus* pertanyaan empiris tentang arah kausalitas antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. Kraft dan Kraft (1978) dalam “*On the Relationship Between Energy and GNP*” yang diterbitkan di *Journal of Energy Development* pertama kali menemukan bahwa konsumsi energi mendorong pertumbuhan ekonomi secara satu arah, pola yang kemudian disebut *growth hypothesis*.

Namun penelitian selanjutnya di berbagai negara menunjukkan bahwa arah hubungan ini tidak selalu sama. Yu dan Choi (1985) dalam *Journal of Energy*

Development merumuskan tiga pola lainnya yaitu *conservation hypothesis* di mana justru pertumbuhan ekonomi yang mendorong konsumsi energi. Lalu ada *feedback hypothesis* di mana keduanya saling mempengaruhi secara dua arah, pola ini paling umum ditemui di negara berkembang yang sedang industrialisasi (Apergis & Payne, 2010; Stern, 2015). Dan yang terakhir *neutrality hypothesis* di mana tidak terdapat hubungan kausal yang signifikan karena energi dapat disubstitusi oleh teknologi, pola ini umumnya ditemukan pada negara maju (Chang et al., 2015; Yu & Choi, 1985). Ozturk (2010) dalam survei literatur di *Energy Policy* mengkonfirmasi bahwa perbedaan pola ini bersifat kontekstual, artinya bergantung pada struktur ekonomi, tingkat pembangunan, dan efisiensi energi masing-masing negara. Keempat hipotesis inilah yang menjadi kerangka interpretasi hasil pada Bab IV, sehingga teori yang dibangun di subbab ini terhubung langsung dengan analisis empiris penelitian ini (Apergis & Payne, 2011; Ozturk, 2010).

Selain FDI dan energi, modal domestik dan tenaga kerja tetap menjadi pilar utama dalam teori pertumbuhan. Dalam penelitian ini, keduanya direpresentasikan oleh *Gross Capital Formation* (GCF) dan *Labor Force Participation Rate* (LFPR). GCF mencerminkan seberapa besar investasi yang dilakukan dalam negeri untuk membangun infrastruktur, membeli mesin, dan mengembangkan fasilitas produksi. Itu semua adalah hal yang secara langsung meningkatkan kapasitas ekonomi untuk menghasilkan output lebih banyak. GCF adalah representasi langsung dari variabel modal K dalam fungsi produksi Solow yang diterapkan pada level empiris (Mankiw, 2016).

Sementara itu, LFPR mencerminkan seberapa besar proporsi penduduk usia kerja yang aktif berpartisipasi dalam kegiatan ekonomi, hal ini merepresentasikan variabel tenaga kerja L dalam fungsi produksi. Semakin banyak orang yang bekerja secara produktif, semakin besar kapasitas produksi suatu negara. Lucas Jr. (1988) menekankan bahwa yang tidak kalah penting adalah kualitas tenaga kerja, dimana tenaga kerja yang terdidik dan terlatih akan menghasilkan output yang lebih tinggi karena modal manusia yang mereka miliki berfungsi seperti teknologi akan terus berkembang dan terus mendorong pertumbuhan. Berdasarkan seluruh kerangka teoritis di atas, penelitian ini menggunakan fungsi produksi Cobb-Douglas yang diperluas sebagai landasan model matematis. Mengintegrasikan pemikiran Solow (1956), Romer (1990), Stern (2015), dan Lucas (1988), penelitian ini memasukkan konsumsi energi terbarukan (ET) dan energi tidak terbarukan (ENT) sebagai faktor produksi tambahan, bersama modal fisik yang diproksikan oleh GCF, tenaga kerja yang diproksikan oleh LFPR, dan investasi asing melalui FDI. Fungsi produksi tersebut dirumuskan sebagai:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^\beta ET_t^\gamma ENT_t^\delta FDI_t^\theta \quad (3.6)$$

Untuk keperluan estimasi ekonometrika, variabel PDB dan GCF yang berbentuk nilai level ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma natural. Transformasi ini bertujuan menstabilkan variasi data dan memungkinkan koefisien diinterpretasikan sebagai elastisitas. Variabel lain yang sudah berbentuk persentase atau rasio (ET, ENT, FDI, LFPR) digunakan langsung dalam bentuk level (Wooldridge, 2013; Gujarati & Porter, 2009). Sehingga spesifikasi persamaan regresi empiris dalam penelitian ini adalah:

$$\ln Y_t = \ln A_t + \alpha \ln K_t^\alpha + \beta \ln L_t^\beta + \gamma \ln ET_t^\gamma + \delta \ln ENT_t^\delta + \theta \ln FDI_t^\theta + \varepsilon_t \quad (3.7)$$

Dengan demikian, teori pertumbuhan neoklasik yang diperluas ini menjadi landasan yang kohesif bagi seluruh penelitian: ia menjustifikasi pemilihan variabel, menjelaskan mengapa hubungan antar variabel bersifat jangka panjang dan struktural, sekaligus menyediakan kerangka interpretasi untuk hasil empiris di Bab IV (Mankiw, 2016; Stern, 2015; Todaro & Smith, 2015).

2.2 Hubungan Antar Variabel

2.2.1 Energi Terbarukan dan Pertumbuhan Ekonomi

Konsumsi energi terbarukan berpotensi mendorong pertumbuhan ekonomi karena bersifat berkelanjutan dan relatif lebih ramah lingkungan. Pemanfaatan energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, hidro, dan bioenergi dapat meningkatkan diversifikasi sumber energi sekaligus mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Dalam jangka panjang, ketersediaan energi bersih dan stabil akan meningkatkan produktivitas sektor industri serta memperkuat daya saing ekonomi. (Apergis & Payne, 2010) menunjukkan bahwa energi terbarukan memiliki hubungan kausalitas dua arah dengan pertumbuhan ekonomi dalam jangka panjang, yang mengindikasikan adanya keterkaitan struktural antara energi bersih dan aktivitas ekonomi. Di Indonesia, kontribusi energi terbarukan terhadap bauran energi masih relatif kecil. Menurut Kementerian ESDM (2023), pangsa energi terbarukan baru sekitar 13% dalam pembangkitan listrik, jauh dari target 23% pada 2025. Kondisi ini menandakan bahwa peran energi terbarukan dalam mendukung pertumbuhan ekonomi masih terbatas. Namun demikian, pengembangan energi terbarukan dipandang strategis dalam jangka panjang karena mampu mengurangi

emisi karbon, membuka peluang investasi baru, serta menciptakan lapangan kerja hijau (*green jobs*). Dengan kata lain, meskipun dampaknya terhadap pertumbuhan jangka pendek belum signifikan, energi terbarukan berpotensi besar menjadi motor pertumbuhan berkelanjutan di masa depan.

2.2.2 Energi Tidak Terbarukan dan Pertumbuhan Ekonomi

Berbeda dengan energi terbarukan, konsumsi energi tidak terbarukan (minyak, gas, batu bara) memiliki kontribusi besar terhadap pertumbuhan ekonomi jangka pendek, namun menimbulkan risiko keberlanjutan. Energi fosil telah lama menjadi tulang punggung industri dan pembangkit listrik di Indonesia, sehingga peningkatan penggunaannya cenderung berkorelasi positif dengan pertumbuhan ekonomi. (Stern, 2015) menekankan bahwa energi fosil masih menjadi input penting dalam fungsi produksi modern. Namun, ketergantungan yang berlebihan terhadap energi fosil menimbulkan beberapa kerentanan. Pertama, fluktuasi harga minyak dan gas di pasar internasional dapat mengganggu stabilitas makroekonomi. Kedua, penggunaan energi fosil dalam jangka panjang menimbulkan masalah lingkungan, seperti polusi udara dan perubahan iklim, yang pada akhirnya juga dapat menekan pertumbuhan ekonomi. Pengalaman negara-negara penghasil minyak di Timur Tengah menunjukkan bahwa ketergantungan berlebihan terhadap energi fosil cenderung menimbulkan *resource curse* atau kutukan sumber daya. Dalam konteks Indonesia, hal ini menjadi tantangan serius mengingat bauran energi masih didominasi batu bara lebih dari 50%.

2.2.3 Foreign Direct Investment (FDI) dan Pertumbuhan

FDI merupakan salah satu sumber pembiayaan eksternal yang dapat mendorong pertumbuhan ekonomi melalui transfer teknologi, peningkatan produktivitas, serta penciptaan lapangan kerja. (Dunning, 1994) melalui kerangka OLI menjelaskan bahwa perusahaan multinasional melakukan investasi di luar negeri karena keunggulan kepemilikan, lokasi, dan internalisasi. Dalam konteks negara berkembang, FDI berperan dalam mempercepat industrialisasi, memperluas kapasitas produksi, serta meningkatkan integrasi ekonomi global. Penelitian empiris menunjukkan bahwa FDI dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi apabila didukung oleh kualitas sumber daya manusia yang memadai. Selain menambah modal, FDI juga berperan dalam meningkatkan efisiensi produksi, memperluas pasar ekspor, serta memperkuat daya saing industri domestik. Oleh karena itu, FDI dipandang sebagai katalis transformasi struktural menuju pertumbuhan ekonomi yang lebih modern dan berkelanjutan (Romer, 1990).

2.2.4 Gross Capital Formation dan Pertumbuhan Ekonomi

Gross Capital Formation (GCF) mencerminkan akumulasi modal fisik yang berperan penting dalam meningkatkan kapasitas produksi dan pertumbuhan ekonomi. Dalam teori pertumbuhan neoklasik, Solow (1956) menekankan bahwa peningkatan stok modal melalui investasi akan meningkatkan output, terutama pada tahap awal pembangunan. Namun, dalam jangka panjang, pertumbuhan ekonomi tetap dipengaruhi oleh kemajuan teknologi dan produktivitas. Pendekatan ini menunjukkan bahwa investasi menjadi faktor penting dalam mempercepat pertumbuhan ekonomi, khususnya di negara berkembang (Mankiw, 2016). Selain

itu, teori pertumbuhan endogen menekankan bahwa investasi juga menciptakan eksternalitas positif melalui inovasi dan peningkatan efisiensi produksi. Model pertumbuhan yang dikembangkan oleh Mankiw, Romer, dan Weil (1992) menunjukkan bahwa tingkat pembentukan modal menjadi faktor utama dalam menjelaskan perbedaan pertumbuhan antar negara. Oleh karena itu, GCF diharapkan memiliki hubungan positif dengan pertumbuhan ekonomi karena berperan dalam meningkatkan produktivitas dan kapasitas produksi jangka panjang (Romer, 1990).

2.2.4 Labor Force Participation Rate dan Pertumbuhan Ekonomi

Labor Force Participation Rate (LFPR) mencerminkan tingkat keterlibatan penduduk usia kerja dalam aktivitas ekonomi dan menjadi indikator penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi. Dalam teori pertumbuhan neoklasik, tenaga kerja merupakan salah satu faktor produksi utama yang menentukan kapasitas output suatu negara. Solow (1956) menjelaskan bahwa peningkatan jumlah tenaga kerja dapat meningkatkan output, meskipun kontribusinya dipengaruhi oleh produktivitas dan kemajuan teknologi. Selain itu, teori pertumbuhan endogen menekankan bahwa kualitas dan partisipasi tenaga kerja berperan dalam mendorong inovasi dan efisiensi produksi. (Romer, 1990) menekankan bahwa sumber daya manusia menjadi faktor kunci dalam menciptakan pertumbuhan jangka panjang melalui akumulasi pengetahuan dan peningkatan produktivitas. Oleh karena itu, LFPR diharapkan memiliki hubungan positif dengan pertumbuhan ekonomi karena peningkatan partisipasi tenaga kerja dapat memperluas kapasitas

produksi, meningkatkan pendapatan, serta mendorong aktivitas ekonomi secara berkelanjutan.

2.3 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan kerangka teoritis tersebut, berbagai penelitian empiris telah mengkaji hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi dengan hasil yang beragam. Penelitian yang paling relevan dengan konteks Indonesia dilakukan oleh (Nurdin & Fuady, 2021), yang mengindikasikan bahwa baik konsumsi energi terbarukan maupun energi tidak terbarukan memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi dalam jangka panjang. Selanjutnya, ditemukan keterkaitan timbal balik antara konsumsi energi terbarukan dan pertumbuhan ekonomi, yang mendukung *feedback hypothesis*. Temuan ini menunjukkan bahwa peran energi dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia bersifat dinamis dan bergantung pada horizon waktu analisis.

Penelitian di negara berkembang dan emerging markets juga menunjukkan hasil yang relatif konsisten. (Apergis & Payne, 2011) serta (Rahman & Velayutham, 2020) menemukan bahwa penggunaan energi, baik energi terbarukan maupun energi tidak terbarukan memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi dalam jangka panjang. Namun, energi tidak terbarukan masih memiliki peran dominan dalam mendorong pertumbuhan, sementara kontribusi energi terbarukan cenderung meningkat dalam jangka panjang. Hasil ini mencerminkan kondisi negara berkembang yang masih berada dalam tahap transformasi energi.

Studi lintas negara juga menunjukkan bahwa hubungan energi dan pertumbuhan ekonomi bersifat heterogen. (Kahia et al., 2017) menemukan bahwa

energi terbarukan dan tidak terbarukan sama-sama berperan dalam pertumbuhan ekonomi, namun energi tidak terbarukan memiliki dampak lingkungan yang lebih besar. Selain itu, Chen et al. (2020) menunjukkan bahwa dampak energi terbarukan terhadap pertumbuhan ekonomi bersifat non-linear dan bergantung pada tingkat konsumsi energi serta kesiapan teknologi.

Sementara itu, penelitian di negara maju menunjukkan hasil yang lebih beragam. (Matei, 2018), (Salari et al., 2021), serta (Chang et al., 2015) menemukan bahwa keterkaitan antara energi dan pertumbuhan ekonomi sangat bergantung pada struktur ekonomi, efisiensi energi, dan kebijakan energi masing-masing negara. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat kesimpulan universal mengenai energy-growth nexus.

Secara umum, penelitian terdahulu menegaskan bahwa konsumsi energi memiliki peran penting dalam pertumbuhan ekonomi, namun hubungan tersebut dipengaruhi oleh karakteristik ekonomi, tingkat pembangunan, serta metode analisis yang digunakan. Selain itu, sebagian besar penelitian masih berfokus pada hubungan energi dan pertumbuhan tanpa memasukkan faktor lain secara simultan, seperti Foreign Direct Investment, pembentukan modal, dan tenaga kerja dalam satu kerangka analisis yang terintegrasi.

Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut dengan menganalisis pengaruh konsumsi energi terbarukan, energi tidak terbarukan, FDI, *Gross Capital Formation*, dan *Labor Force Participation Rate* terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan pendekatan *Vector Error Correction Model* (VECM). Pendekatan ini memungkinkan analisis hubungan

jangka pendek dan jangka panjang secara simultan, sehingga diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai dinamika pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam konteks diversifikasi energi.



Tabel 2.1
Penelitian Terdahulu

No.	Jurnal Penelitian	Variabel Penelitian	Teknik dan Metodologi Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Analisis Hubungan Kausalitas Konsumsi Energi (Terbarukan dan Tidak Terbarukan) dengan Pertumbuhan Ekonomi Indonesia (Nurdin & Fuady, 2021)	Y: Pertumbuhan ekonomi (PDB) X: Konsumsi energi terbarukan, konsumsi energi tidak terbarukan, modal (PMTB), angkatan kerja	Penelitian ini menggunakan data time series tahunan dari 1990–2019. Teknik analisis yang digunakan meliputi OLS untuk estimasi jangka panjang, ECM untuk jangka pendek, dan uji Granger Causality untuk menganalisis hubungan kausalitas antar variabel. Semua data bersifat sekunder dan diperoleh dari BP Statistical Review dan World Development Indicators.	Hasil menunjukkan bahwa konsumsi energi terbarukan dan tidak terbarukan berpengaruh signifikan positif terhadap pertumbuhan ekonomi dalam jangka panjang. Dalam jangka pendek, energi terbarukan berpengaruh negatif, sementara energi tidak terbarukan tetap positif. Granger causality menunjukkan tidak ada hubungan jangka pendek, tapi ada hubungan dua arah jangka panjang antara energi terbarukan dan PDB (feedback hypothesis), serta tidak ada hubungan antara energi tidak terbarukan dan PDB (neutrality hypothesis).
2.	<i>Economic Growth and Renewable and Non-Renewable Energy Consumption: Evidence from the U.S. States</i> (Salari et al., 2021)	Y: GDP per kapita X: Konsumsi energi total, energi terbarukan, energi tidak terbarukan, energi industri, energi rumah tangga	Penelitian ini menggunakan data panel tahunan dari 50 negara bagian di AS dan Washington D.C. selama periode 2000–2016. Teknik analisisnya mencakup analisis statis dengan OLS dan dinamis dengan Generalized Method of Moments (GMM) menggunakan pendekatan System GMM. Penelitian juga mengontrol variabel sosio ekonomi, regulasi, dan iklim seperti harga energi, tingkat pendidikan, program insentif energi, dan kondisi suhu tahunan.	Hasil analisis statis menunjukkan bahwa konsumsi energi total dan energi tidak terbarukan berpengaruh positif signifikan terhadap GDP per kapita, sementara energi terbarukan dan energi rumah tangga berpengaruh negatif. Namun, dalam model dinamis, semua jenis energi (termasuk energi terbarukan) menunjukkan pengaruh positif signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi, mendukung growth hypothesis untuk energi terbarukan dan feedback hypothesis untuk energi tidak terbarukan.
3.	<i>Renewable and Nonrenewable Energy Consumption, Economic Growth, and Emissions: International Evidence</i> (Chaudhry et al., 2023)	Y: PDB riil per kapita dan emisi (GHG, CO ₂ , N ₂ O) X: Konsumsi energi terbarukan (RES), energi tidak terbarukan (NES), kapital (K), tenaga kerja (L), indeks kebebasan ekonomi (GOV)	Penelitian ini menggunakan panel data dari 102 negara selama 1996–2012, dengan pemisahan negara berdasarkan pendapatan (tinggi, menengah atas, dan menengah bawah/rendah). Teknik analisis mencakup uji kointegrasi Westerlund, metode Feasible Generalized Least Squares (FGLS), dan uji robust GMM dua langkah. Model memperluas fungsi produksi neoklasik dengan menambahkan variabel energi dan kualitas	Hasil menunjukkan bahwa konsumsi energi terbarukan dan tidak terbarukan sama-sama meningkatkan pertumbuhan ekonomi di seluruh kelompok negara. Namun, energi tidak terbarukan secara signifikan meningkatkan emisi, sementara energi terbarukan hanya efektif menurunkan emisi di negara maju. Di negara berkembang, energi terbarukan belum efektif menekan emisi karena keterbatasan kebijakan dan dukungan teknologi.

No.	Jurnal Penelitian	Variabel Penelitian	Teknik dan Metodologi Penelitian	Hasil Penelitian
			tata kelola (governance).	
4.	<i>Examining the Linkage between Energy Consumption and Economic Growth in India</i> (Mallick, 2009)	Y: Pertumbuhan ekonomi (GDP), konsumsi dan investasi X: Konsumsi energi (crude oil, listrik, batu bara)	Penelitian ini menggunakan data tahunan India dari 1970–71 sampai 2004–05. Teknik analisis yang digunakan adalah uji kausalitas Granger dan analisis dekomposisi varians dalam kerangka VAR (Vector Autoregression). Tujuannya adalah untuk melihat arah hubungan kausalitas antara berbagai jenis konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi, termasuk komponennya (konsumsi rumah tangga dan investasi).	Hasil menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi menyebabkan peningkatan konsumsi crude oil dan listrik, namun hanya konsumsi batu bara yang mendorong pertumbuhan ekonomi. Tidak ditemukan hubungan signifikan antara komponen energi dengan konsumsi dan investasi sebagai komponen pertumbuhan ekonomi. Analisis VAR menunjukkan kemungkinan adanya hubungan dua arah (bidirectional) antara konsumsi listrik dan pertumbuhan ekonomi. Temuan ini menghasilkan bukti yang campuran dan sebagian kontradiktif dengan penelitian sebelumnya.
5.	<i>Is There a Link between Renewable Energy Consumption and Economic Growth? A Dynamic Panel Investigation for the OECD Countries</i> (Matei, 2018)	Y: GDP per kapita riil X: Konsumsi energi terbarukan (% dari total energi), konsumsi energi tidak terbarukan (kg oil equivalent per kapita), capital formation, energy intensity	Penelitian ini menggunakan data panel 34 negara OECD dari tahun 1990–2014. Metodologi mencakup Dynamic OLS (DOLS), Pooled Mean Group (PMG), dan Mean Group (MG) estimators dalam model ARDL panel. Pengujian dilakukan terhadap hubungan jangka pendek dan jangka panjang antar variabel. Penelitian juga membandingkan sub-sampel OECD_34, OECD_24, dan OECD_15.	Hasil menunjukkan adanya hubungan feedback hypothesis dalam jangka panjang antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. Namun dalam jangka pendek, hanya energi tidak terbarukan yang menunjukkan hubungan dua arah dengan GDP. Energi terbarukan menunjukkan conservation hypothesis di jangka pendek dan dua arah di jangka panjang. Ditemukan juga bukti bahwa energi terbarukan dan tidak terbarukan bersifat substitusi dalam jangka panjang, tapi komplementer dalam jangka pendek.
6.	<i>Renewable and Non-Renewable Electricity Consumption–Growth Nexus: Evidence from Emerging Market Economies</i> (Apergis & Payne, 2011)	Y: PDB riil X: Konsumsi listrik terbarukan, konsumsi listrik tidak terbarukan, kapital tetap riil, angkatan kerja	Penelitian ini menggunakan panel data 16 negara pasar berkembang selama 1990–2007. Metodologi meliputi uji kointegrasi panel heterogen Pedroni, Fully Modified OLS (FMOLS), dan panel Vector Error Correction Model (VECM). Uji unit root menunjukkan semua variabel stasioner pada derajat pertama (I(1)). FMOLS digunakan untuk mengestimasi elastisitas jangka panjang, sementara VECM digunakan untuk menguji arah kausalitas jangka pendek dan panjang.	Hasil menunjukkan adanya hubungan jangka panjang antara semua variabel. Konsumsi listrik tidak terbarukan, kapital tetap, dan angkatan kerja berpengaruh positif signifikan terhadap PDB; sedangkan konsumsi listrik terbarukan tidak signifikan secara statistik. Dalam jangka pendek, terdapat kausalitas satu arah dari pertumbuhan ekonomi ke konsumsi listrik terbarukan, dan kausalitas dua arah antara konsumsi listrik tidak terbarukan dan pertumbuhan ekonomi baik jangka pendek maupun panjang.

No.	Jurnal Penelitian	Variabel Penelitian	Teknik dan Metodologi Penelitian	Hasil Penelitian
7.	<i>Renewable and Non-Renewable Energy Consumption–Economic Growth Nexus: New Evidence from South Asia</i> (Rahman & Velayutham, 2020)	Y: GDP per kapita X: Konsumsi energi terbarukan, konsumsi energi tidak terbarukan, kapital, tenaga kerja, perkembangan finansial	Penelitian ini menggunakan data panel dari lima negara Asia Selatan (Bangladesh, India, Nepal, Pakistan, Sri Lanka) periode 1990–2014. Teknik analisis mencakup uji panel kointegrasi Pedroni dan Kao untuk menguji hubungan jangka panjang. Estimasi dilakukan dengan metode FMOLS dan DOLS, serta digunakan uji kausalitas Dumitrescu-Hurlin untuk menguji arah hubungan kausalitas antar variabel.	Hasil menunjukkan bahwa konsumsi energi terbarukan dan tidak terbarukan sama-sama memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dalam jangka panjang. Namun, efek energi terbarukan (elastisitas 0,66) jauh lebih besar daripada energi tidak terbarukan (elastisitas 0,10). Hasil uji kausalitas menunjukkan hubungan satu arah dari pertumbuhan ekonomi ke energi terbarukan, mendukung conservation hypothesis untuk kawasan Asia Selatan. Secara negara, energi terbarukan positif signifikan untuk India, Nepal, dan Bangladesh; sementara energi tidak terbarukan negatif untuk Bangladesh.
8.	<i>Renewable and Non-Renewable Energy Use – Economic Growth Nexus: The Case of MENA Net Oil Importing Countries</i> (Kahia et al., 2017)	Y: GDP riil X: Konsumsi energi terbarukan (REC), konsumsi energi tidak terbarukan (NREC), kapital tetap bruto (K), tenaga kerja (LF)	Penelitian ini menggunakan panel data dari 11 negara pengimpor minyak di kawasan MENA (Net Oil Importing Countries) selama 1980–2012. Model produksi mencakup kapital, tenaga kerja, dan dua jenis energi. Pengujian stasioneritas dilakukan dengan berbagai uji panel unit root (LLC, IPS, Hadri, Pesaran), kemudian diuji kointegrasi dengan metode Pedroni, Kao, dan Westerlund. Estimasi hubungan jangka panjang dilakukan dengan Fully Modified OLS (FMOLS), sedangkan arah kausalitas diuji dengan Panel Vector Error Correction Model (VECM).	Hasil menunjukkan hubungan jangka panjang antara energi (baik terbarukan maupun tidak), kapital, tenaga kerja, dan pertumbuhan ekonomi. Ditemukan kausalitas dua arah (bidirectional) antara konsumsi energi (terbarukan dan tidak terbarukan) dengan GDP, baik dalam jangka pendek maupun panjang, mendukung feedback hypothesis. Energi terbarukan dan tidak terbarukan juga saling menggantikan dan saling terkait (substitusi & interdependensi).
9.	<i>Renewable Energy and Growth: Evidence from Heterogeneous Panel of G7 Countries Using Granger Causality</i> (Chang et al., 2015)	Y: PDB riil X: Konsumsi energi terbarukan (TWh, log natural)	Penelitian ini menggunakan data panel tahunan dari 7 negara G7 selama periode 1990–2013. Teknik utama yang digunakan adalah panel Granger causality dengan metode Emirmahmutoglu dan Kose (2011), yang mengakomodasi heterogenitas slope dan ketergantungan antar unit cross-section. Sebelumnya dilakukan pengujian cross-section dependence (CD) dan slope heterogeneity. Data dikumpulkan dari World	Hasil menunjukkan bahwa untuk keseluruhan panel G7, terdapat hubungan kausal satu arah dari konsumsi energi terbarukan ke pertumbuhan ekonomi (Renewable-led growth hypothesis). Namun, pada tingkat negara, hanya Kanada, Prancis, dan Jepang yang menunjukkan hubungan tersebut secara signifikan. Negara lain (Jerman, Italia, Inggris, AS) menunjukkan neutrality hypothesis, yaitu tidak ada hubungan kausalitas antara energi terbarukan dan pertumbuhan ekonomi.

No.	Jurnal Penelitian	Variabel Penelitian	Teknik dan Metodologi Penelitian	Hasil Penelitian
			Bank (PDB) dan BP Statistical Review (energi).	
10.	<i>Renewable Energy Consumption and Economic Growth Nexus: Evidence from a Threshold Model</i> (Chen et al., 2020)	Y: Pertumbuhan ekonomi (<i>log PDB</i>) X: Konsumsi energi terbarukan (<i>REC</i>), konsumsi energi tidak terbarukan (<i>NREC</i>), kapital, tenaga kerja	Penelitian ini menggunakan data panel tahunan dari 103 negara selama periode 1990–2015. Teknik utama yang digunakan adalah <i>panel threshold regression</i> dan <i>first-difference generalized method of moments (FD-GMM)</i> , dengan pendekatan dari Seo dan Shin (2016). Sebelumnya dilakukan uji <i>cross-section dependence</i> dan uji kointegrasi Westerlund untuk menguji hubungan jangka panjang antar variabel. Variabel ambang (<i>threshold</i>) yang digunakan dalam model adalah konsumsi energi terbarukan.	Hasil menunjukkan bahwa hubungan antara konsumsi energi terbarukan dan pertumbuhan ekonomi bersifat <i>non-linear</i> . Efek positif dan signifikan terhadap pertumbuhan hanya muncul jika konsumsi energi melewati ambang tertentu. Di bawah ambang tersebut, terutama di negara berkembang, dampaknya cenderung negatif atau tidak signifikan. Sementara itu, di negara maju (OECD), hubungan yang terbentuk cenderung linear dan positif.
11.	<i>Renewable Energy Consumption, CO₂ Emissions, and Economic Growth Nexus: A Simultaneity Spatial Modeling Analysis of EU Countries</i> (Radmehr et al., 2021)	Y: Pertumbuhan ekonomi (<i>GDP per capita</i>) X: Konsumsi energi terbarukan (<i>REC</i>), konsumsi energi tidak terbarukan (<i>NREC</i>), emisi CO ₂ , kapital (<i>GFCF</i>), tenaga kerja, perdagangan internasional, urbanisasi, harga minyak	Penelitian ini menggunakan data panel 21 negara Uni Eropa selama periode 1995–2014. Pendekatan utama yang digunakan adalah <i>spatial simultaneous equations model</i> dengan metode estimasi <i>generalized spatial two-stage least squares (GS2SLS)</i> dan <i>generalized method of moments (GMM)</i> . Sebelumnya dilakukan uji <i>Moran's I</i> untuk memverifikasi keberadaan <i>spatial autocorrelation</i> .	Hasil menunjukkan adanya hubungan timbal balik (<i>bidirectional causality</i>) antara pertumbuhan ekonomi dan emisi CO ₂ , serta hubungan satu arah (<i>unidirectional causality</i>) dari pertumbuhan ekonomi ke konsumsi energi terbarukan. Konsumsi energi terbarukan berkontribusi positif terhadap pertumbuhan ekonomi di beberapa negara, namun hasil berbeda-beda tergantung karakteristik spasial dan struktural tiap negara. Model spasial terbukti memberikan estimasi yang lebih akurat dibanding pendekatan non-spasial.
12.	<i>Renewable, Non-renewable Energy Consumption and Economic Growth Nexus in G7: Fresh Evidence from CS-ARDL</i> (Sutcu & Kemal, 2022)	Y: Pertumbuhan ekonomi (<i>PDB per kapita</i>) X: Konsumsi energi terbarukan (<i>REN</i>), konsumsi energi tidak terbarukan (<i>NREN</i>), kapital tetap bruto (<i>GFCF</i>)	Penelitian ini menggunakan data panel tahunan dari negara-negara G7 selama periode 1980–2016. Teknik utama yang digunakan adalah <i>Cross-sectionally Augmented Autoregressive Distributed Lag (CS-ARDL)</i> , yang memungkinkan estimasi robust meskipun terdapat <i>cross-sectional dependence</i> dan heterogenitas slope. Selain itu, digunakan pula metode <i>panel bootstrap Granger causality</i> (Konya, 2006) untuk	Hasil menunjukkan bahwa baik konsumsi energi terbarukan maupun tidak terbarukan memiliki pengaruh positif signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi, baik dalam jangka pendek maupun panjang. Namun, pengaruh energi tidak terbarukan lebih besar dibanding energi terbarukan. Selain itu, terdapat variasi hubungan kausal di masing-masing negara: misalnya, <i>growth hypothesis</i> berlaku untuk REN di Kanada, Italia, dan AS, sedangkan <i>neutrality hypothesis</i> berlaku di Prancis, Jepang, dan Inggris. Hubungan dua arah (<i>feedback</i>) hanya ditemukan di Jerman.

No.	Jurnal Penelitian	Variabel Penelitian	Teknik dan Metodologi Penelitian	Hasil Penelitian
13,	<p><i>Modeling the Nexus of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Progress in Southeastern Europe: A Panel Data Analysis</i> (Halilbegović et al., 2023)</p>	<p>Y: Pertumbuhan ekonomi (<i>real GDP per capita</i>) X: Konsumsi energi terbarukan (<i>RenEn</i>), konsumsi energi tidak terbarukan (<i>NonRenEn</i>), intensitas energi (<i>EnInt</i>), foreign direct investment (<i>IFDI</i>), tenaga kerja (<i>TLF</i>), pembentukan modal tetap bruto (<i>GCF</i>)</p>	<p>menganalisis arah kausalitas jangka panjang antar variabel secara spesifik per negara.</p> <p>Penelitian ini menggunakan data panel tahunan dari 9 negara Eropa Tenggara (SEE) selama 18 tahun. Model yang digunakan adalah <i>extended Solow growth model</i> dengan pendekatan panel regresi. Estimasi dilakukan menggunakan <i>fully modified OLS (FMOLS)</i> dan <i>panel-corrected standard error (PCSE)</i> untuk mengatasi masalah <i>endogeneity</i>, <i>cross-sectional dependence</i>, dan <i>heteroskedasticity</i>. Uji kointegrasi Westerlund dan Pedroni dilakukan, diikuti oleh uji <i>Granger non-causality</i> (Dumitrescu-Hurlin) untuk menguji arah kausalitas.</p>	<p>Hasil menunjukkan bahwa konsumsi energi terbarukan dan tidak terbarukan sama-sama berpengaruh positif terhadap pertumbuhan ekonomi, dengan pengaruh energi tidak terbarukan lebih besar. Energi intensitas berpengaruh negatif signifikan, menunjukkan pentingnya efisiensi energi. Uji Granger menunjukkan <i>unidirectional causality</i> dari pertumbuhan ekonomi ke energi terbarukan, mendukung <i>conservation hypothesis</i>. FDI berpengaruh positif tetapi tidak signifikan secara konsisten.</p>

2.4 Kerangka Pemikiran

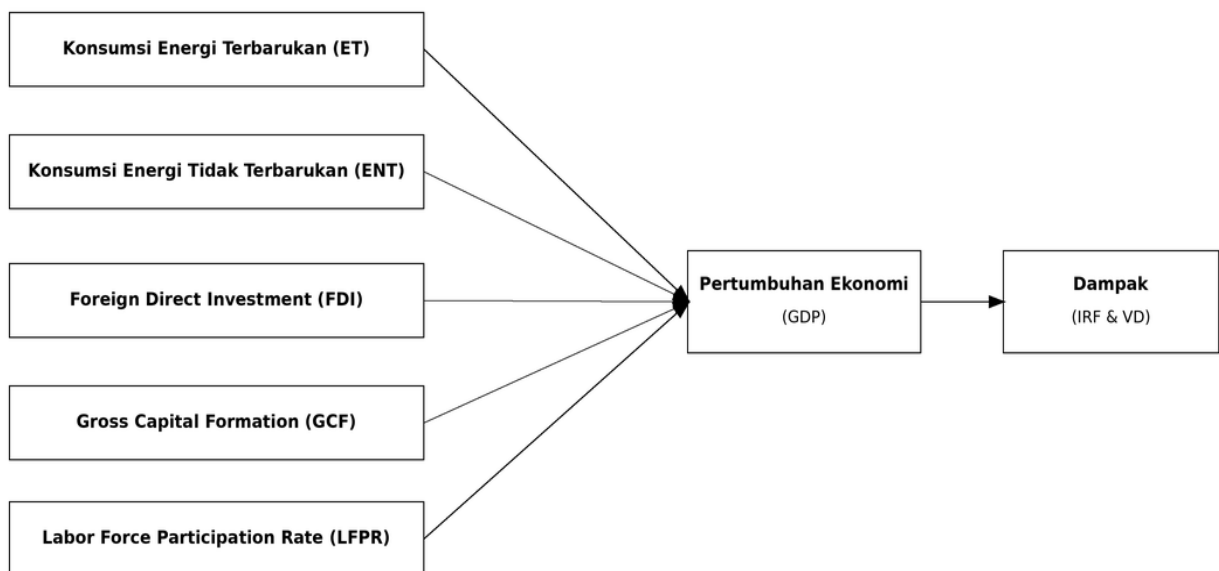
Penelitian ini menempatkan pertumbuhan ekonomi Indonesia yang diproksikan melalui Produk Domestik Bruto (GDP) sebagai variabel dependen, dengan lima variabel independen yaitu Konsumsi Energi Terbarukan (ET), Konsumsi Energi Tidak Terbarukan (ENT), Foreign Direct Investment (FDI), Gross Capital Formation (GCF), dan Labor Force Participation Rate (LFPR). Kelima variabel tersebut dipilih berdasarkan landasan teoritis dan bukti empiris yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, di mana masing-masing berperan dalam menentukan kapasitas produksi dan dinamika pertumbuhan ekonomi suatu negara (Solow, 1956; Stern, 2015; Dunning, 1994; Mankiw, Romer & Weil, 1992; Romer, 1990). Secara khusus, penelitian ini membandingkan kontribusi relatif energi terbarukan dan energi tidak terbarukan sebagai dua sumber energi yang bersaing dalam bauran energi nasional, sehingga dapat memberikan bukti empiris yang lebih kontekstual bagi kebijakan energi Indonesia.

Selain menganalisis hubungan jangka pendek dan jangka panjang antar variabel melalui estimasi VECM, penelitian ini juga mengukur dampak dinamis dari interaksi antarvariabel melalui dua analisis lanjutan. Impulse Response Function (IRF) digunakan untuk melihat bagaimana pertumbuhan ekonomi merespons guncangan dari masing-masing variabel independen dari waktu ke waktu, sedangkan Variance Decomposition (VD) digunakan untuk mengidentifikasi seberapa besar kontribusi tiap variabel dalam menjelaskan fluktuasi pertumbuhan ekonomi. Keduanya melengkapi estimasi VECM dengan

memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai dinamika hubungan antarvariabel dalam sistem.

Skema hubungan antarvariabel dalam penelitian ini ditampilkan pada Gambar 2.2 berikut.

Gambar 2.1
Kerangka Pemikiran



2.5 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan landasan teori, kajian hubungan antar variabel, dan penelitian terdahulu yang telah diuraikan, seluruh hipotesis dalam penelitian ini menggunakan pendekatan pengujian dua arah (two-tailed test) tanpa menetapkan arah pengaruh secara apriori. Hal ini didasari oleh temuan berbagai studi yang menunjukkan bahwa arah dan besaran hubungan antara energi, investasi, modal, tenaga kerja, dan pertumbuhan ekonomi dapat berbeda-beda tergantung pada struktur ekonomi, periode waktu, dan tingkat pembangunan suatu negara (Apergis & Payne, 2010; Kahia et al., 2017). Lebih lanjut, dalam konteks Indonesia sebagai negara

berkembang dengan bauran energi yang masih didominasi fosil, pengujian tanpa asumsi arah menjadi penting agar temuan empiris tidak terkontaminasi oleh ekspektasi teoritis yang belum tentu berlaku di level nasional.

Berdasarkan hal tersebut, hipotesis penelitian dirumuskan sebagai berikut:

H1: Konsumsi energi terbarukan berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang.

H2: Konsumsi energi tidak terbarukan berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang.

H3: Foreign Direct Investment (FDI) berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang.

H4: Gross Capital Formation (GCF) berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang.

H5: Labor Force Participation Rate (LFPR) berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam jangka pendek dan jangka panjang.

H6: Terdapat dinamika respons dan kontribusi yang signifikan dari variabel energi, investasi, modal, dan tenaga kerja terhadap fluktuasi pertumbuhan ekonomi Indonesia.

FEB UNDIP

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel

3.1.1 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian pada dasarnya merupakan karakteristik yang dapat mengalami perubahan nilai seiring dengan perbedaan waktu, kondisi, atau objek penelitian (Sugiyono, 2013). Dalam analisis kuantitatif, variabel umumnya dibedakan menjadi dua kelompok utama, yaitu variabel dependen dan variabel independen. Variabel dependen adalah variabel yang nilainya dipengaruhi oleh variabel lainnya dan menjadi fokus utama untuk dijelaskan dalam penelitian (Gujarati & Porter, 2009). Sementara itu, variabel independen adalah variabel yang memengaruhi atau berperan sebagai faktor penjelas terhadap fluktuasi variabel dependen, sehingga bersifat bebas dan tidak dipengaruhi oleh variabel lain dalam model (Wooldridge, 2013).

Dalam penelitian ini, variabel dependen adalah Pertumbuhan Ekonomi Indonesia (GD). Variabel ini dipilih karena penelitian berfokus untuk melihat bagaimana faktor-faktor tertentu memengaruhi dinamika pertumbuhan ekonomi dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Kemudian, penelitian ini menggunakan beberapa variabel independen, yaitu Konsumsi Energi Terbarukan (ET), Konsumsi Energi Tidak Terbarukan (ENT), *Foreign Direct Investment* (FDI), serta dua variabel ekonomi makro lain yaitu *Gross Capital Formation* (GCF) dan *Labor Force Participation Rate* (LFPR). Seluruh variabel ini dipilih karena secara teoritis dan empiris sering diidentifikasi sebagai faktor yang mempengaruhi output atau pertumbuhan ekonomi dalam berbagai model ekonomi makro.

3.1.2 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel digunakan untuk menjelaskan bagaimana setiap variabel dalam penelitian diukur secara konkret sehingga dapat dianalisis secara kuantitatif. Menurut (Sugiyono, 2013), definisi operasional diperlukan agar suatu konsep yang masih bersifat abstrak dapat diterjemahkan menjadi indikator yang dapat diamati dan diukur. Oleh karena itu, penelitian ini menetapkan definisi operasional bagi seluruh variabel yang digunakan sebagai berikut :

1. **Pertumbuhan Ekonomi**
Produk Domestik Bruto (Gross Domestic Product/GDP) merupakan indikator utama untuk mengukur aktivitas dan kapasitas produksi suatu negara. Menurut *World Bank* (2023), GDP mencerminkan keseluruhan nilai output barang dan jasa akhir yang dihasilkan oleh suatu negara dalam periode tertentu. Dalam penelitian ini, pertumbuhan ekonomi diproksikan menggunakan GDP dalam bentuk nilai level yang dinyatakan dalam dolar Amerika Serikat. Variabel GDP kemudian ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma natural sebelum dilakukan analisis.
1. **Konsumsi Energi Terbarukan**
Menurut *International Energy Agency*, yang juga dirujuk dalam publikasi energi *World Bank* (2023), energi terbarukan mencakup sumber seperti tenaga air, surya angin, panas bumi, dan bioenergi. Konsumsi energi terbarukan dalam penelitian ini diukur sebagai presentase konsumsi energi terbarukan terhadap total energi nasional. Indikator ini menunjukkan seberapa besar kontribusi energi bersig dalam struktur energi Indonesia. Pengukuran dilakukan menggunakan rumus:

$$ET_t = \frac{\text{Renewable Energy Consumption}_t}{\text{Total Primary Energy Supply}_t} \times 100\% \quad (3.1)$$

2. *Konsumsi Energi Tidak Terbarukan*

BPS dan Kementerian ESDM menjelaskan bahwa energi tidak terbarukan meliputi sumber energi fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batubara yang ketersediannya terbatas dan tidak dapat diperbaharui (BPS, 2022). Dalam penelitian ini, konsumsi energi tidak terbarukan diukur sebagai presentase energi fosil terhadap total konsumsi energi nasional. Formula pengukurannya adalah:

$$ENT_t = \frac{\text{Non renewable energy} - \text{Renewable Energy Consumption}_t}{\text{Total Primary Energy Supply}_t} \times 100\% \quad (3.2)$$

3. *Foreign Direct Investment*

World Bank (2023) mendefinisikan *Foreign Direct Investment* sebagai arus modal masuk dari investor asing yang bertujuan memperoleh kendali dalam Perusahaan domestik. FDI biasanya meliputi investasi modal, reinvestasi laba, dan pinjaman antarperusahaan. Dalam penelitian ini, FDI diukur sebagai presentase *FDI inflows* terhadap PDB (% of GDP) menggunakan rumus:

$$FDI_t = \frac{\text{FDI Inflows}_t}{\text{GDP}_t} \times 100\% \quad (3.3)$$

4. *Gross Capital Formation*

Menurut *World Bank* (2023), *Gross Capital Formation* merupakan indikator pembentukan modal tetap bruto yang mencakup investasi pada asset fisik seperti bangunan, mesin, dan infrastruktur. Variabel ini menunjukkan kapasitas pembentukan modal dalam suatu negara. Dalam penelitian ini, GCF dinyatakan dalam bentuk nilai level yang dinyatakan

dalam dolar Amerika Serikat. Untuk meningkatkan kestabilan varians dan mempermudah interpretasi hasil, variabel GCF ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma natural sebelum dilakukan analisis.

5. *Labor Force Participation Rate*

BPS (2023) mendefinisikan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) atau *Labor Force Participation Rate* sebagai presentase jumlah penduduk usia kerja yang aktif dalam pasar tenaga kerja, baik bekerja maupun mencari pekerjaan. Variabel ini mencerminkan ketersediaan tenaga kerja produktif dalam produktif dalam perekonomian. Dalam penelitian ini, LFPR diukur sebagai:

$$LFPR_t = \frac{Labor\ Force_t}{Working\ Age\ Population_t} \times 100\% \quad (3.4)$$

3.2 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh data makroekonomi Indonesia yang berkaitan dengan variabel penelitian selama periode 1990–2024. Sesuai dengan pengertian populasi sebagai keseluruhan elemen yang memiliki karakteristik tertentu dan menjadi dasar penarikan kesimpulan (Sugiyono, 2013), populasi ini meliputi data tahunan mengenai pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi terbarukan dan tidak terbarukan, *Foreign Direct Investment (FDI)*, *Gross Capital Formation (GCF)*, serta *Labor Force Participation Rate (LFPR)*. Rentang waktu tersebut dipilih karena menyediakan data yang konsisten dan merepresentasikan dinamika ekonomi Indonesia dalam kurun waktu tiga dekade terakhir.

Penelitian ini menggunakan metode sensus sebagai teknik pengambilan sampel, yaitu memasukkan seluruh data dalam populasi ke dalam sampel penelitian. Pendekatan ini sesuai dengan karakteristik data deret waktu, di mana setiap observasi memiliki informasi struktural yang tidak dapat digantikan oleh observasi lain. Selain itu, jumlah observasi tahunan yang tersedia telah memenuhi syarat minimum analisis model dinamis seperti *Vector Error Correction Model* (VECM), sejalan dengan pandangan (Gujarati & Porter, 2009) bahwa penelitian time series umumnya tidak menggunakan teknik sampling acak. Seluruh data bersumber dari lembaga resmi yaitu *World Bank* dan *International Energy Agency* (IEA) sehingga validitas dan reliabilitasnya dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

3.3 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari lembaga resmi. Data sekunder merupakan data yang tidak dikumpulkan langsung oleh peneliti, tetapi diperoleh melalui publikasi pihak lain (Sugiyono, 2013). Jenis data yang digunakan adalah data deret waktu (*time series*) tahunan periode 1990–2024, karena penelitian ini menganalisis perubahan dan hubungan antarvariabel makroekonomi dalam jangka waktu panjang menggunakan pendekatan VECM.

Sumber data penelitian berasal dari dua institusi utama, yaitu World Bank dan *International Energy Agency* (IEA). *World Bank* menyediakan data pertumbuhan ekonomi (GDP), *Foreign Direct Investment* (FDI), *Gross Capital Formation* (GCF), dan *Labor Force Participation Rate* (LFPR). Sementara itu, IEA

digunakan sebagai sumber data konsumsi energi terbarukan dan tidak terbarukan melalui indikator *Total Primary Energy Supply* (TPES), yang kemudian diolah menjadi persentase energi terbarukan dan energi fosil. Pemilihan kedua sumber ini dilakukan karena keduanya menyediakan data yang konsisten, berkualitas, serta banyak digunakan dalam penelitian ekonomi internasional sehingga dapat menjamin validitas dan reliabilitas data penelitian.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui teknik dokumentasi, yaitu mengumpulkan data yang telah dipublikasikan oleh lembaga resmi. Menurut (Sugiyono, 2013) dokumentasi merupakan teknik memperoleh data berupa catatan, arsip, atau publikasi yang telah tersedia sebelumnya. Dalam penelitian ini, seluruh data diperoleh melalui portal daring *World Bank* dan *International Energy Agency* (IEA), yang menyediakan data makroekonomi dan energi secara sistematis dan dapat diakses secara terbuka. Proses pengumpulan data dilakukan dengan mengunduh seri waktu (*time series*) untuk masing-masing variabel penelitian, yaitu pertumbuhan ekonomi, FDI, GCF, LFPR dari *World Bank*, serta data energi dari IEA. Selanjutnya, data diolah kembali dalam bentuk persentase sesuai kebutuhan variabel penelitian sebelum digunakan dalam analisis ekonometrika VECM. Penggunaan metode dokumentasi dipilih karena sesuai dengan karakter penelitian kuantitatif yang memerlukan data terukur, konsisten, dan dapat diverifikasi.

3.5 Metode Analisis

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui teknik dokumentasi, yaitu mengumpulkan data yang telah dipublikasikan oleh lembaga resmi. Menurut (Sugiyono, 2013), dokumentasi merupakan teknik memperoleh data berupa catatan, arsip, atau publikasi yang telah tersedia sebelumnya. Dalam penelitian ini, seluruh data diperoleh melalui portal daring *World Bank* dan *International Energy Agency* (IEA), yang menyediakan data makroekonomi dan energi secara sistematis dan dapat diakses secara terbuka. Proses pengumpulan data dilakukan dengan mengunduh seri waktu (*time series*) untuk masing-masing variabel penelitian, yaitu pertumbuhan ekonomi, FDI, GCF, LFPR dari *World Bank*, serta data energi dari IEA. Selanjutnya, data diolah kembali dalam bentuk persentase sesuai kebutuhan variabel penelitian sebelum digunakan dalam analisis ekonometrika VECM. Penggunaan metode dokumentasi dipilih karena sesuai dengan karakter penelitian kuantitatif yang memerlukan data terukur, konsisten, dan dapat diverifikasi.

3.5.1 Model Matematis Penelitian dan Persamaan Regresi

Penelitian ini menggunakan pendekatan teori pertumbuhan ekonomi sebagai landasan dalam penyusunan model matematis dan spesifikasi persamaan regresi. Secara konseptual, hubungan antara output dan faktor produksi dijelaskan melalui fungsi produksi Cobb–Douglas yang telah digunakan secara luas dalam kajian pertumbuhan ekonomi. Fungsi produksi ini mampu menggambarkan kontribusi faktor produksi terhadap pertumbuhan ekonomi serta mudah diterapkan dalam analisis empiris. Douglas Cobb dan Paul Douglas (1928) menunjukkan

bahwa output dapat dijelaskan oleh kombinasi modal dan tenaga kerja dalam suatu proses produksi (Mankiw, 2016). Selain itu, (Gujarati & Porter, 2009) menegaskan bahwa fungsi Cobb–Douglas banyak digunakan dalam penelitian ekonomi karena sifat elastisitasnya yang konstan dan fleksibel. Bentuk dasar fungsi produksi Cobb–Douglas dinyatakan sebagai berikut:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^\beta \quad (3.5)$$

dengan Y_t sebagai output (PDB riil), K_t sebagai modal fisik, L_t sebagai tenaga kerja, serta α dan β yang menggambarkan elastisitas masing-masing faktor. Dalam perkembangan literatur pertumbuhan ekonomi modern, faktor produksi tidak hanya terbatas pada modal dan tenaga kerja. Energi dan investasi asing langsung dipandang sebagai determinan penting dalam meningkatkan produktivitas dan kapasitas produksi. Model pertumbuhan neoklasik menekankan pentingnya akumulasi modal dalam mendorong pertumbuhan ekonomi (Mankiw, 2016), sementara teori pertumbuhan endogen menjelaskan bahwa investasi dan kemajuan teknologi berperan dalam pertumbuhan jangka panjang (Romer, 1990). Selain itu, (Stern, 2015) menyatakan bahwa energi merupakan input produksi yang relevan dalam meningkatkan output ekonomi. Berdasarkan perkembangan tersebut, fungsi produksi dalam penelitian ini diperluas dengan memasukkan konsumsi energi terbarukan (ET), energi tidak terbarukan (ENT), serta *Foreign Direct Investment* (FDI) sebagai determinan tambahan. Dengan demikian, model matematis penelitian dirumuskan sebagai:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^\beta ET_t^\gamma ENT_t^\delta FDI_t^\theta \quad (3.6)$$

Untuk mempermudah estimasi secara ekonometrika, fungsi produksi tersebut dapat ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma natural agar menjadi linier dalam parameter. Transformasi log banyak digunakan dalam analisis data time series karena mampu menstabilkan varians dan mempermudah interpretasi koefisien sebagai elastisitas (Wooldridge, 2013). Dengan mengambil logaritma natural pada kedua sisi persamaan diperoleh:

$$\ln Y_t = \ln A_t + \alpha \ln K_t^\alpha + \beta \ln L_t^\beta + \gamma \ln ET_t^\gamma + \delta \ln ENT_t^\delta + \theta \ln FDI_t^\theta + \varepsilon_t \quad (3.7)$$

Namun demikian, dalam penelitian empiris makroekonomi, fungsi Cobb–Douglas umumnya digunakan sebagai kerangka konseptual dalam pemilihan variabel, bukan sebagai fungsi produksi struktural yang diestimasi secara langsung. Oleh karena itu, tidak seluruh variabel harus ditransformasikan dalam bentuk logaritma. (Gujarati & Porter, 2009), dalam pendekatan VAR dan VECM, spesifikasi model bersifat fleksibel dan tidak mensyaratkan bentuk fungsional tertentu. Sejalan dengan hal tersebut, (Wooldridge, 2013) menyatakan bahwa pendekatan VAR menekankan analisis dinamika data tanpa restriksi teoritis yang kaku.

Dalam penelitian ini, transformasi logaritma hanya diterapkan pada variabel GDP dan Gross Capital Formation. Hal ini karena kedua variabel tersebut berbentuk level dan memiliki variabilitas yang tinggi, sehingga logaritma membantu stabilisasi varians dan interpretasi elastisitas. Sebaliknya, variabel konsumsi energi, FDI, dan Labor Force Participation Rate digunakan dalam bentuk level karena sebagian besar telah berbentuk rasio atau persentase. (Wooldridge, 2013) juga menegaskan bahwa transformasi log tidak selalu diperlukan pada variabel rasio.

Dengan demikian, penelitian ini menggunakan pendekatan semi-log yang tetap konsisten dengan teori pertumbuhan ekonomi. Secara operasional, variabel modal dan tenaga kerja direpresentasikan oleh Gross Capital Formation (GCF) dan Labor Force Participation Rate (LFPR). Oleh karena itu, spesifikasi persamaan regresi dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

$$\ln GDP_t = \beta_0 + \beta_1 ET_t + \beta_2 ENT_t + \beta_3 FDI_t + \beta_4 \ln GCF_t + \beta_5 LFPR_t + \varepsilon_t \quad (3.7)$$

Dalam penelitian ini, variabel modal dan tenaga kerja direpresentasikan secara empiris melalui *Gross Capital Formation* (GCF) dan *Labor Force Participation Rate* (LFPR), sementara pertumbuhan ekonomi diukur melalui *GDP*. Transformasi log pada variabel level juga memungkinkan interpretasi koefisien dalam bentuk elastisitas, dan perubahan log pada dasarnya merepresentasikan pertumbuhan sehingga relevan ketika variabel menunjukkan sifat tidak stasioner. Hubungan antarvariabel makro dengan dinamika waktu biasanya tidak bersifat satu arah. Perubahan pada energi, FDI, atau modal dapat saling memengaruhi. Oleh karena itu, model simultan seperti *Vector Autoregression* (VAR) menjadi dasar untuk menganalisis keterkaitan dinamis. Secara umum, model VAR(p) dirumuskan sebagai:

$$Z_t = A_1 Z_{t-1} + A_2 Z_{t-2} + \dots + A_p Z_{t-p} + \varepsilon_t \quad (3.8)$$

Dengan vector variabel:

$$Z_t = \begin{bmatrix} \ln GDP_t \\ ET_t \\ ENT_t \\ FDI_t \\ \ln GCF_t \\ LFPR_t \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

Namun, (Gujarati & Porter, 2009) menekankan bahwa sebagian besar data makro bersifat tidak stasioner, sehingga estimasi dalam level dapat menghasilkan hubungan semu (*spurious regression*). Oleh sebab itu dilakukan uji akar unit. Bentuk umum uji ADF menurut (Wooldridge, 2013) adalah:

$$\Delta Y_t = \mu + \rho Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.10)$$

Jika variabel-variabel tersebut sama-sama terintegrasi pada derajat pertama (I(1)) dan terdapat satu atau lebih kombinasi linier yang stasioner, maka terdapat kointegrasi. Uji Johansen digunakan untuk mengidentifikasi jumlah hubungan kointegrasi. Statistik trace yang digunakan Johansen (1991) adalah:

$$Trace\ Statistic = -T \sum_{i=1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (3.11)$$

Jika terdapat paling tidak satu vektor kointegrasi, maka model direpresentasikan dalam bentuk *Vector Error Correction Model* (VECM), yang merupakan reparameterisasi dari VAR. Bentuk umum VECM adalah:

$$\Delta Z_t = \Pi Z_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \Gamma_i \Delta Z_{t-i} + \mu_t \quad (3.12)$$

dengan $\Pi = \alpha\beta'$. Matriks β berisi vektor kointegrasi yang menggambarkan hubungan jangka panjang antar variabel, sementara α berisi koefisien penyesuaian yang menunjukkan bagaimana masing-masing variabel bereaksi ketika terjadi penyimpangan dari keseimbangan jangka panjang. Dalam penelitian ini, setelah diperoleh jumlah lag optimal dan jumlah vektor kointegrasi, model VECM akhir yang digunakan dalam estimasi empiris terdiri dari enam persamaan, sesuai dengan

jumlah variabel endogen. Bentuk umum model Vector Error Correction Model (VECM) yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada representasi error correction dari sistem VAR sebagaimana dikembangkan dalam teori kointegrasi oleh Engle & Granger (1987) serta pendekatan kointegrasi berbasis VAR oleh Johansen (1991). Oleh karena itu, spesifikasi sistem persamaan VECM dalam penelitian ini diadaptasi dari kerangka tersebut dengan menyesuaikan jumlah variabel yang digunakan sebagai berikut:

1. Persamaan Pertumbuhan Ekonomi

$$\Delta \ln GDP_t = \lambda_1 ECT_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \alpha_{1i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \beta_{1i} \Delta ET_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \chi_{1i} \Delta ENT_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \delta_{1i} \Delta FDI_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \phi_{1i} \Delta \ln GCF_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \psi_{1i} \Delta LFPR_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (3.13)$$

2. Persamaan Konsumsi Energi Terbarukan

$$\Delta ET_t = \lambda_1 ECT_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \alpha_{2i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \beta_{2i} \Delta ET_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \chi_{2i} \Delta ENT_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \delta_{2i} \Delta FDI_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \phi_{2i} \Delta \ln GCF_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \psi_{2i} \Delta LFPR_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (3.14)$$

3. Persamaan Konsumsi Energi Tidak Terbarukan

$$\Delta ENT_t = \lambda_3 ECT_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \alpha_{3i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \beta_{3i} \Delta ET_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \chi_{3i} \Delta ENT_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \delta_{3i} \Delta FDI_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \phi_{3i} \Delta \ln GCF_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \psi_{3i} \Delta LFPR_{t-i} + \varepsilon_{3t} \quad (3.15)$$

4. Persamaan *Foreign Direct Investment*

$$\begin{aligned} \Delta FDI_t = & \lambda_4 ECT_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \alpha_{4i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \beta_{4i} \Delta ET_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \chi_{4i} \Delta ENT_{t-i} + \\ & \sum_{i=1}^{\rho-1} \delta_{4i} \Delta FDI_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \phi_{4i} \Delta \ln GCF_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \psi_{4i} \Delta LFPR_{t-i} + \varepsilon_{4t} \end{aligned} \quad (3.16)$$

2. Persamaan *Gross Capital Formation*

$$\begin{aligned} \Delta \ln GCF_t = & \lambda_5 ECT_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \alpha_{5i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \beta_{5i} \Delta ET_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \chi_{5i} \Delta ENT_{t-i} + \\ & \sum_{i=1}^{\rho-1} \delta_{5i} \Delta FDI_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \phi_{5i} \Delta \ln GCF_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \psi_{5i} \Delta LFPR_{t-i} + \varepsilon_{5t} \end{aligned} \quad (3.17)$$

3. Persamaan *Labor Force Participation Rate*

$$\begin{aligned} \Delta LFPR_t = & \lambda_6 ECT_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \alpha_{6i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \beta_{6i} \Delta ET_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \chi_{6i} \Delta ENT_{t-i} + \\ & \sum_{i=1}^{\rho-1} \delta_{6i} \Delta FDI_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \phi_{6i} \Delta \ln GCF_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \psi_{6i} \Delta LFPR_{t-i} + \varepsilon_{6t} \end{aligned} \quad (3.18)$$

3.5.2 Uji Staioneritas

Dalam penelitian berbasis data runtut waktu, pengujian stasioneritas menjadi tahap awal yang wajib dilakukan sebelum masuk ke proses estimasi model. (Gujarati & Porter, 2009) menjelaskan bahwa variabel yang tidak stasioner dapat menghasilkan hubungan semu (*spurious regression*), yaitu kondisi ketika sebuah model tampak signifikan secara statistik padahal hubungan yang terjadi tidak memiliki dasar ekonomi. Oleh karena itu, seluruh variabel dalam penelitian ini perlu diuji terlebih dahulu untuk memastikan apakah data bersifat stasioner atau memiliki akar unit. Konsep stasioneritas sendiri merujuk pada kondisi ketika nilai

rata-rata, varians, dan kovarians antarperiode suatu seri tidak berubah sepanjang waktu. Hal ini penting karena model berbasis VAR maupun VECM hanya dapat diterapkan secara valid apabila karakteristik dasar data time series telah dipenuhi (Wooldridge, 2013).

Uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), yaitu pengembangan dari uji Dickey-Fuller yang memasukkan lag tambahan untuk mengatasi autokorelasi dalam residual. Menurut (Wooldridge, 2013), bentuk umum persamaan ADF dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Delta Y_t = \mu + \rho Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.19)$$

di mana Y_t merupakan variabel yang diuji, Δ menunjukkan operasi differencing, k adalah jumlah lag tambahan, sedangkan ρ menjadi parameter penting dalam menentukan ada tidaknya akar unit. Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

- H_0 : variabel menunjukkan adanya akar unit sehingga tidak stasioner.
- H_1 : variabel tidak menunjukkan adanya akar unit sehingga stasioner.

Keputusan ditentukan dengan membandingkan nilai statistik ADF dengan nilai kritis MacKinnon atau berdasarkan *p-value*. Jika nilai *p-value* lebih kecil dari tingkat signifikansi (misal 5%), maka H_0 ditolak sehingga variabel dianggap stasioner. Apabila variabel tidak stasioner pada level tetapi menjadi stasioner setelah dilakukan differencing pertama, maka variabel tersebut dikategorikan berorde integrasi pertama atau $I(1)$. (Gujarati & Porter, 2009) menegaskan bahwa

variabel-variabel makro ekonomi pada umumnya memang cenderung $I(1)$, terutama untuk data PDB, konsumsi energi, modal, dan arus investasi.

Pengujian dilakukan baik pada level maupun *first difference* untuk seluruh variabel penelitian, yaitu GDP, konsumsi energi terbarukan (ET), konsumsi energi tidak terbarukan (ENT), *Foreign Direct Investment* (FDI), *Gross Capital Formation* (GCF), dan *Labor Force Participation Rate* (LFPR). Penggunaan ADF Test sejalan dengan prinsip penelitian kuantitatif sebagaimana dijelaskan Sugiyono (2017), yaitu bahwa prosedur analisis harus memastikan data memenuhi asumsi dasar agar hasil estimasi dapat diinterpretasikan secara sah. Hasil pengujian stasioneritas ini menentukan tahap lanjutan, yaitu apakah model akan dilanjutkan ke uji kointegrasi Johansen, yang merupakan prasyarat penerapan model VECM. Dengan demikian, tahap ini menjadi fondasi penting sebelum proses estimasi dilakukan.

3.5.3 Penentuan Lag Optimal

Penentuan lag optimal merupakan langkah penting sebelum menyusun model VAR atau VECM karena lag menentukan seberapa jauh hubungan dinamis antar variabel dapat ditangkap oleh model. (Gujarati & Porter, 2009) menjelaskan bahwa lag yang terlalu pendek dapat menyebabkan model kehilangan dinamika penting (*underfitting*), sedangkan lag yang terlalu panjang dapat menimbulkan multikolinearitas dan mengurangi derajat kebebasan. Oleh sebab itu, pemilihan lag harus dilakukan secara hati-hati menggunakan ukuran statistik yang baku.

Dalam penelitian ini, pemilihan lag optimal dilakukan menggunakan beberapa *information criteria* yang umum digunakan, yaitu *Akaike Information*

Criterion (AIC), *Schwarz Information Criterion* (SIC), *Hannan–Quinn Criterion* (HQ), dan *Final Prediction Error* (FPE). Prinsip utamanya adalah memilih lag dengan nilai kriteria paling kecil, karena mencerminkan keseimbangan terbaik antara kesesuaian model dan penalti kompleksitas (Gujarati & Porter, 2009; Wooldridge, 2013). AIC dan FPE cenderung lebih permisif dalam memilih lag yang lebih panjang, sedangkan SIC lebih ketat karena penalti yang lebih besar.

EViews menyediakan fitur *lag length selection* yang menampilkan rekomendasi dari masing-masing kriteria tersebut. Dalam penelitian ini, lag optimal dipilih berdasarkan kriteria yang paling konsisten dan dianggap paling sesuai secara statistik untuk dianalisis pada tahap VAR dan VECM berikutnya. Pemilihan lag yang tepat penting karena juga akan memengaruhi hasil uji kointegrasi Johansen dan stabilitas model selanjutnya. Sejalan dengan pendekatan kuantitatif menurut (Sugiyono, 2013), pemilihan lag dilakukan secara objektif berdasarkan pertimbangan statistik agar model akhir dapat diinterpretasikan dengan baik.

3.5.4 Uji Kointegrasi Johansen

Uji kointegrasi Johansen dilakukan untuk memastikan apakah variabel-variabel yang tidak stasioner pada level tetapi stasioner pada derajat yang sama memiliki hubungan jangka panjang. (Gujarati & Porter, 2009) menjelaskan bahwa kointegrasi menunjukkan adanya *long-run equilibrium* antara variabel ekonomi yang menunjukkan pergerakan yang konsisten dalam jangka panjang, meskipun dalam jangka pendek dapat mengalami fluktuasi. Dalam konteks penelitian ini, uji kointegrasi menjadi langkah penting untuk menentukan apakah model yang digunakan harus berbentuk VAR atau VECM.

Metode Johansen dipilih karena mampu menganalisis hubungan jangka panjang pada sistem dengan lebih dari dua variabel secara simultan. Menurut (Wooldridge, 2013), pendekatan ini menggunakan kerangka VAR dalam bentuk *Error Correction* sehingga dapat mengidentifikasi jumlah vektor kointegrasi melalui dua statistik utama, yaitu *Trace Statistic* dan *Maximum Eigenvalue Statistic*. Jika nilai statistik tersebut melampaui *critical value*, maka dapat disimpulkan terdapat hubungan jangka panjang antar variabel yang diuji.

Penelitian ini menggunakan kedua statistik tersebut untuk menilai apakah GDP, konsumsi energi terbarukan (ET), konsumsi energi tidak terbarukan (ENT), FDI, GCF, dan LFPR memiliki *common stochastic trend* selama periode 1990–2024. Jika ditemukan minimal satu hubungan kointegrasi, maka model analisis selanjutnya menggunakan VECM, karena model tersebut mampu menangkap dinamika jangka pendek sekaligus koreksi terhadap ketidakseimbangan jangka panjang. Hal ini sejalan dengan penjelasan (Sugiyono, 2013) bahwa pemilihan teknik analisis harus disesuaikan dengan karakteristik data dan tujuan penelitian agar hasil yang diperoleh valid secara empiris.

3.5.5 Estimasi Model *Vector Error Correction Model* (VECM)

Estimasi *Vector Error Correction Model* (VECM) dilakukan setelah hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh variabel penelitian bersifat tidak stasioner pada level namun terkointegrasi pada derajat yang sama. (Gujarati & Porter, 2009) menyatakan bahwa keberadaan kointegrasi menunjukkan adanya hubungan jangka panjang di antara variabel ekonomi yang memiliki pergerakan bersama (*common stochastic trend*), sehingga model VAR biasa tidak lagi memadai. Dalam kondisi

demikian, VECM menjadi pendekatan yang tepat karena mampu menggabungkan dinamika jangka pendek dengan proses penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang. Hal ini sejalan dengan (Wooldridge, 2013), yang menekankan bahwa keberadaan error correction term (ECT) membuat estimasi mampu menangkap bagaimana variabel bereaksi terhadap deviasi dari keseimbangan jangka panjang.

Dalam penelitian ini, VECM digunakan untuk menganalisis hubungan dinamis antara GDP, ET, ENT, FDI, GCF, dan LFPR selama periode 1990–2024, mencakup (1) pengaruh jangka pendek antar variabel melalui komponen differensi, dan (2) penyesuaian jangka panjang melalui koefisien ECT. Dalam penelitian ini, jangka panjang didefinisikan sebagai horison waktu 30–50 tahun (Fouquet, 2010; Fouquet & Pearson, 2012), sedangkan jangka pendek merujuk pada dinamika di bawah 30 tahun. Menurut (Sugiyono, 2013), pendekatan seperti ini mencerminkan prinsip analisis kuantitatif yang mengukur hubungan empiris antar variabel dengan memperhatikan perubahan jangka pendek dan pola keseimbangan jangka panjang. Pada umumnya, struktur dasar VECM yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini dinyatakan sebagai berikut:

$$\Delta X_t = \alpha + \Pi X_{t-1} + \sum_{i=1}^k \Gamma_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.20)$$

di mana X_t merupakan vektor variabel penelitian (GDP, ET, ENT, FDI, GCF, LFPR). Matriks Π menggambarkan hubungan jangka panjang dan dapat difaktorkan menjadi $\Pi = \alpha\beta'$, dengan β' sebagai vektor kointegrasi dan α sebagai parameter kecepatan penyesuaian. Sementara itu, matriks Γ_i menunjukkan dinamika jangka pendek dari perubahan setiap variabel.

Bentuk operasional VECM dalam penelitian ini terdiri dari enam persamaan, karena seluruh variabel diperlakukan sebagai variabel endogen. Contoh struktur persamaan untuk GDP adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Delta \ln GDP_t = & \lambda_1 ECT_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \alpha_{1i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \beta_{1i} \Delta ET_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \chi_{1i} \Delta ENT_{t-i} + \\ & \sum_{i=1}^{\rho-1} \delta_{1i} \Delta FDI_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \phi_{1i} \Delta \ln GCF_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \psi_{1i} \Delta LFPR_{t-i} + \varepsilon_{1t} \end{aligned} \quad (3.21)$$

Persamaan untuk ET, ENT, FDI, GCF, dan LFPR disusun dengan struktur yang sama dengan menjadikan setiap variabel sebagai variabel dependen secara bergantian. Keberadaan koefisien ECT dalam setiap persamaan menunjukkan seberapa cepat masing-masing variabel menyesuaikan diri terhadap ketidakseimbangan jangka panjang. Koefisien ECT yang bernilai negatif dan signifikan menandakan bahwa variabel tersebut berperan dalam mengoreksi deviasi menuju keseimbangan jangka panjang.

Estimasi dilakukan menggunakan perangkat lunak EViews dengan jumlah lag yang telah ditentukan pada uji lag optimal. Melalui estimasi ini, penelitian dapat mengidentifikasi arah dan besaran hubungan jangka pendek antar variabel, serta mengukur mekanisme koreksi jangka panjang yang terjadi dalam sistem perekonomian Indonesia, terutama dalam kaitannya dengan dinamika energi dan variabel makroekonomi selama 1990–2024.

3.5.6 Uji Kausalitas Granger

Setelah diperoleh model Vector Error Correction Model (VECM), langkah selanjutnya dalam penelitian ini adalah melakukan uji kausalitas Granger untuk mengetahui arah hubungan antar variabel dalam sistem persamaan. Uji kausalitas

Granger digunakan untuk mengidentifikasi apakah suatu variabel memiliki kemampuan dalam menjelaskan atau memprediksi perubahan variabel lainnya berdasarkan informasi masa lalu yang dimiliki oleh variabel tersebut (Granger, 1969). Dengan kata lain, suatu variabel dikatakan “meng-Granger cause” variabel lain apabila nilai masa lalu dari variabel tersebut secara statistik mampu meningkatkan kemampuan prediksi terhadap variabel yang dipengaruhi. Dalam penelitian dengan data time series yang memiliki hubungan kointegrasi, pengujian kausalitas umumnya dilakukan dalam kerangka Vector Error Correction Model (VECM). Pendekatan ini memungkinkan analisis hubungan kausalitas dilakukan dengan mempertimbangkan dinamika jangka pendek sekaligus mekanisme penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang yang tercermin dalam error correction term (ECT). Oleh karena itu, uji kausalitas Granger setelah estimasi VECM dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai arah hubungan antar variabel dalam sistem ekonomi (Enders, 2015; Wooldridge, 2012). Melalui pengujian ini, penelitian dapat mengidentifikasi apakah terdapat hubungan satu arah (unidirectional causality), hubungan dua arah (bidirectional causality), atau tidak terdapat hubungan kausalitas antar variabel yang diteliti. Informasi tersebut penting untuk memahami dinamika hubungan antara konsumsi energi terbarukan, energi tidak terbarukan, Foreign Direct Investment, Gross Capital Formation, Labor Force Participation Rate, dan pertumbuhan ekonomi dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Uji Kausalitas Granger digunakan untuk menilai apakah nilai masa lalu suatu variabel dapat membantu memprediksi variabel lain. (Gujarati & Porter, 2009) menjelaskan bahwa kausalitas Granger

bersifat prediktif sehingga tidak selalu menunjukkan hubungan sebab–akibat secara teoritis. Dalam VECM, kausalitas dianalisis melalui koefisien differensi untuk melihat pengaruh jangka pendek dan melalui error correction term (ECT) untuk mengidentifikasi penyesuaian jangka panjang. (Wooldridge, 2013) menegaskan bahwa signifikansi ECT mengindikasikan adanya hubungan jangka panjang ketika variabel terkointegrasi. Penelitian ini menggunakan F-statistic untuk menguji kausalitas jangka pendek dan t-statistic pada ECT untuk melihat kausalitas jangka panjang. Sesuai pedoman analisis kuantitatif (Sugiyono, 2013), hasil uji ini menunjukkan apakah hubungan antar variabel bersifat satu arah, dua arah, atau tidak saling memengaruhi, sehingga membantu memahami dinamika makroekonomi dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

3.5.7 *Impulse Response Function (IRF)*

Impulse Response Function (IRF) digunakan untuk melihat bagaimana suatu variabel merespons guncangan (*shock*) pada variabel lain dalam sistem VECM. Gujarati & Porter (2009) menjelaskan bahwa IRF menunjukkan arah dan durasi pengaruh shock terhadap variabel sepanjang beberapa periode ke depan. Dalam model yang saling berkaitan, IRF membantu memahami dinamika hubungan yang tidak bisa ditangkap hanya dari koefisien regresi.

Perhitungan IRF dalam penelitian ini menggunakan *Cholesky decomposition* untuk menghasilkan shock yang bersifat orthogonal. Wooldridge (2013) menekankan bahwa metode ini penting ketika variabel saling memengaruhi dan terkointegrasi. IRF digunakan untuk menganalisis respons GDP Growth terhadap shock pada ET, ENT, FDI, GCF, dan LFPR, serta sebaliknya, selama

periode 1990–2024. Sesuai panduan analisis kuantitatif Sugiyono (2013), hasil IRF memberikan gambaran mengenai pola transmisi shock dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

3.5.8 *Variance Decomposition (VD)*

Variance Decomposition (VD) digunakan untuk melihat proporsi variasi suatu variabel yang berasal dari *shock* dirinya sendiri maupun *shock* variabel lain dalam sistem. Gujarati & Porter (2009) menjelaskan bahwa VD membantu mengidentifikasi sumber utama perubahan dalam model dinamis dan menunjukkan kontribusi relatif tiap *shock* sepanjang beberapa periode ke depan. Dalam kerangka VECM, VD diperoleh dengan memecah varians error prediksi ke dalam komponen-komponen yang mewakili pengaruh *shock* masing-masing variabel. Wooldridge (2013) menekankan bahwa teknik ini penting untuk memahami variabel mana yang memiliki pengaruh terbesar dalam dinamika jangka panjang. Dengan demikian, VD menjadi pelengkap IRF karena memberikan ukuran kuantitatif dari kekuatan pengaruh tersebut. Penelitian ini menggunakan VD untuk melihat bagaimana kontribusi berbagai *shock* berkembang dari waktu ke waktu dalam sistem perekonomian yang dianalisis. Sesuai pedoman analisis kuantitatif (Sugiyono, 2013), hasil VD memberikan gambaran mengenai peran relatif setiap variabel dalam menjelaskan pergerakan variabel lain, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Objek Penelitian

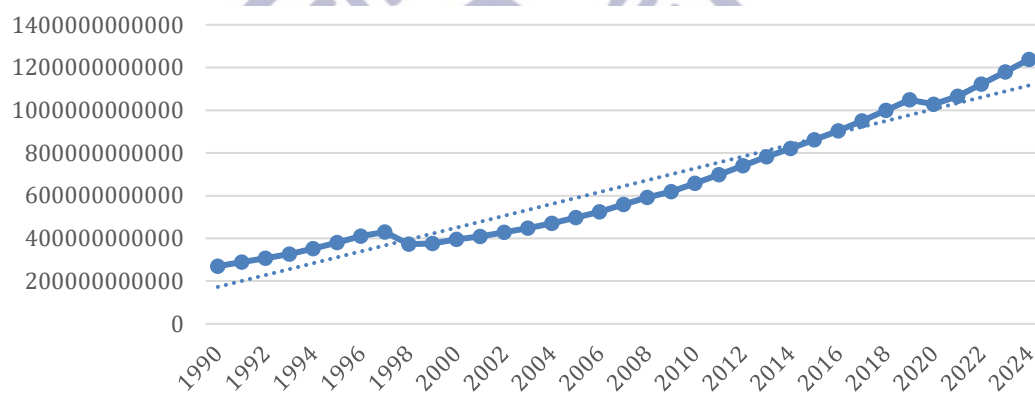
4.1.1 Pertumbuhan Ekonomi

Produk Domestik Bruto (GDP) Indonesia menunjukkan lintasan pertumbuhan yang mengesankan dalam tiga dekade terakhir. Nilai GDP meningkat dari sekitar USD 270 miliar pada tahun 1990 menjadi lebih dari USD 1,23 triliun pada tahun 2024, meningkat sekitar 4,6 kali lipat dalam kurun waktu 34 tahun. Tren jangka panjang yang positif ini diiringi oleh dua episode kontraksi besar. Episode pertama terjadi pada tahun 1997–1998 saat Krisis Finansial Asia melanda, menyebabkan GDP turun tajam dari sekitar USD 430 miliar pada 1997 menjadi USD 374 miliar pada 1998—kontraksi sebesar 13% (World Bank, 2025). Krisis ini dipicu oleh serangan spekulatif terhadap mata uang regional, pelarian modal asing secara masif, dan runtuhnya sistem perbankan yang sudah rapuh. Indonesia menjadi negara paling parah terdampak di kawasan karena kombinasi utang korporasi berbentuk dolar, ketergantungan pada modal asing jangka pendek, dan lemahnya pengawasan sektor keuangan.

Episode kedua terjadi pada tahun 2020 saat pandemi COVID-19 memaksa pembatasan aktivitas ekonomi secara global. GDP Indonesia turun dari USD 1,05 triliun pada 2019 menjadi USD 1,03 triliun pada 2020 (World Bank, 2025).

Pemulihan pasca-pandemi berlangsung relatif cepat, dengan GDP kembali melampaui level pra-pandemi pada 2021 dan terus meningkat hingga 2024. Kedua periode krisis tersebut sengaja dipertahankan dalam dataset penelitian ini karena mengandung informasi struktural penting tentang bagaimana sistem ekonomi Indonesia bereaksi terhadap guncangan eksternal.

Gambar 4.1
Tren PDB Indonesia 1990–2024



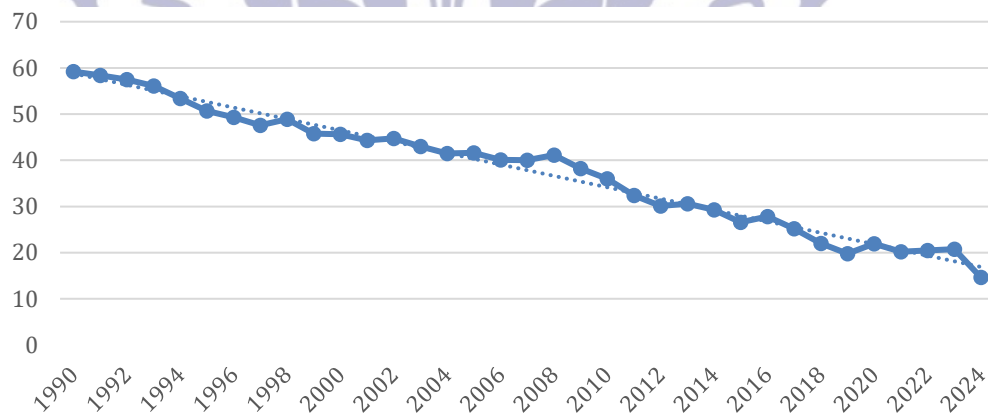
Sumber: *World Bank* (2025)

4.1.2 Konsumsi Energi Terbarukan

Konsumsi energi terbarukan diukur sebagai proporsi energi terbarukan yang meliputi tenaga air, biomassa, panas bumi, angin, dan surya terhadap total konsumsi energi nasional. Data *World Bank* (2025) menunjukkan tren menurun yang konsisten dari sekitar 59,2% pada tahun 1990 menjadi hanya 14,65% pada tahun 2024. Penting untuk dipahami bahwa penurunan proporsi ini bukan berarti konsumsi absolut energi terbarukan berkurang secara drastis. Yang terjadi adalah pertumbuhan konsumsi energi fosil yang jauh lebih cepat didorong oleh industrialisasi, urbanisasi, dan pertumbuhan sektor transportasi menyebabkan porsi energi terbarukan dalam bauran energi nasional semakin mengecil.

Pada tahun 1990, ketika Indonesia masih sangat agraris, biomassa dari kayu bakar dan limbah pertanian mendominasi konsumsi energi di pedesaan. Seiring industrialisasi, konsumsi listrik dari pembangkit batu bara dan BBM untuk kendaraan tumbuh jauh lebih pesat (Stern, 2015). Kondisi ini mencerminkan dilema pembangunan klasik yang dijelaskan Grossman dan Krueger (1995) melalui *Environmental Kuznets Curve* dimana pertumbuhan ekonomi yang cepat pada tahap awal cenderung meningkatkan intensitas energi fosil sebelum akhirnya bertransisi ke energi yang lebih bersih pada tingkat pendapatan tertentu.

Gambar 4.2
Konsumsi Energi Terbarukan Indonesia, 1990–2024 (%)



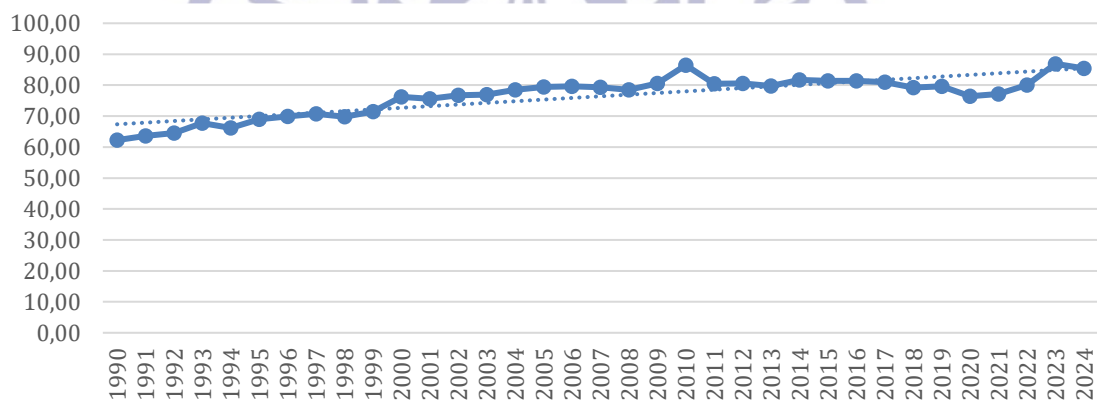
Sumber: *World Bank* (2025)

4.1.3 Konsumsi Energi Tak Terbarukan

Berbanding terbalik dengan ET, proporsi energi tidak terbarukan meningkat dari sekitar 62% pada 1990 menjadi lebih dari 85% pada 2024 (World Bank, 2025). Peningkatan ini mencerminkan dominasi yang semakin kuat dari minyak bumi, batu bara, dan gas alam dalam struktur energi nasional. Batu bara menjadi komponen yang paling pesat pertumbuhannya, terutama sejak awal 2000-an ketika Indonesia menjadi salah satu eksportir batu bara terbesar di dunia sekaligus menggunakannya

secara masif untuk pembangkitan listrik domestik. Stern (2015) menjelaskan bahwa ketergantungan semacam ini adalah karakteristik umum negara berkembang yang sedang dalam fase industrialisasi intensif, dimana energi fosil menawarkan kombinasi ketersediaan, keterjangkauan, dan infrastruktur yang sudah mapan. Fluktuasi pada beberapa tahun tertentu, seperti sedikit penurunan pasca-krisis 1998 dan perlambatan saat pandemi 2020, mencerminkan kontraksi aktivitas industri dan transportasi yang mana bukan perubahan struktural menuju energi bersih.

Gambar 4.3
Konsumsi Energi Tidak Terbarukan Indonesia, 1990–2024 (%)



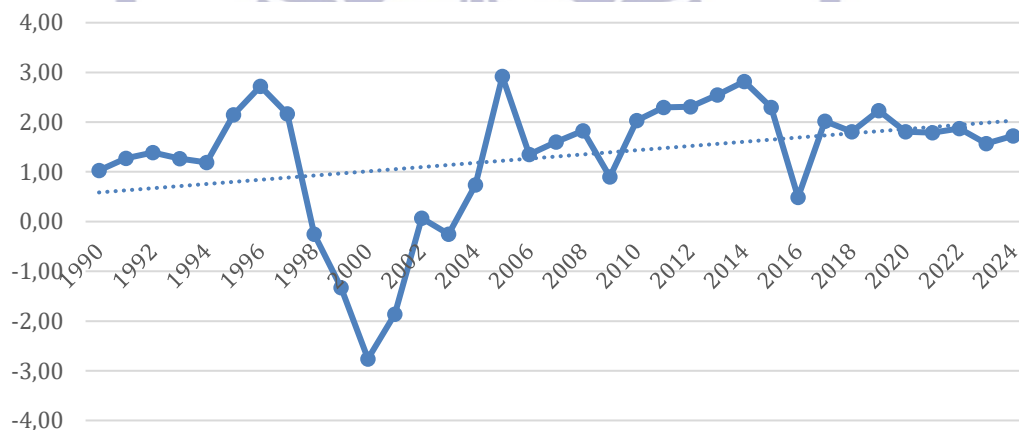
Sumber: *World Bank* (2025)

4.1.4 *Foreign Direct Investment* (FDI)

Foreign Direct Investment (FDI) diukur sebagai persentase terhadap PDB, dengan data yang menunjukkan pola sangat fluktuatif selama 1990–2024. Fluktuasi ini adalah rekaman akurat dari bagaimana Indonesia dipersepsi oleh investor asing dalam berbagai kondisi. Pada periode 1990–1996, FDI berada pada kisaran 1–2,7% dari PDB, mencerminkan era booming investasi yang didorong oleh liberalisasi ekonomi dan stabilitas Orde Baru (World Bank, 2025). Periode 1998–2003 adalah era kelam FDI Indonesia, dengan nilai mencapai negatif pada 1999 (–1,33% PDB),

2000 (-2,76%), dan 2001 (-1,86%). Nilai negatif ini bukan kesalahan statistik— ini berarti arus keluar investasi asing melebihi arus masuknya, sebagai dampak langsung dari ketidakstabilan pasca-krisis dan ketidakpastian hukum pasca-reformasi. Todaro dan Smith (2015) menjelaskan bahwa fenomena capital flight seperti ini adalah konsekuensi yang dapat diprediksi dari ketidakstabilan institusional yang menyertai transisi politik di negara berkembang. Setelah stabilisasi makroekonomi pada pertengahan 2000-an, FDI kembali ke jalur positif dan dalam beberapa tahun terakhir bergerak stabil di kisaran 1,5–2,3% PDB.

Gambar 4.4
Perkembangan *Foreign Direct Investment* (FDI) Indonesia
(% terhadap PDB), 1990–2024



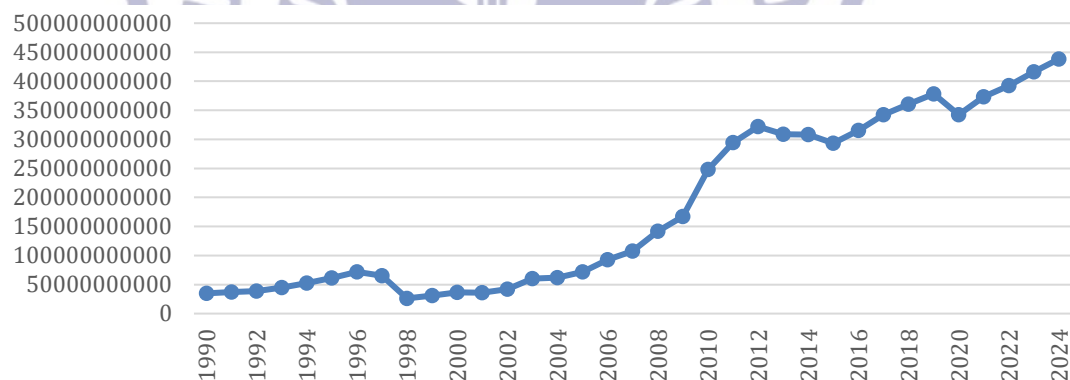
Sumber: *World Bank* (2025)

4.1.5 *Gross Capital Formation* (GCF)

Gross Capital Formation (GCF) mencerminkan total investasi domestik dalam modal tetap. Dalam nilai absolut, GCF meningkat dramatis dari sekitar USD 35 miliar pada 1990 menjadi lebih dari USD 438 miliar pada 2024 (World Bank, 2025). Tren jangka panjang yang sangat positif ini disertai dua penurunan tajam: pertama pada 1998 (turun dari USD 87 miliar ke USD 26 miliar—anjlok 70%)

akibat krisis finansial Asia, dan kedua pada 2020 akibat pandemi. Kontraksi 1998 yang sangat dalam mencerminkan betapa parahnya krisis bagi investasi domestik—proyek konstruksi dihentikan dan pembelian mesin ditunda secara masif. Mankiw (2016) menjelaskan bahwa investasi adalah komponen GDP yang paling volatil dalam siklus bisnis, yang menjelaskan mengapa kontraksi GCF pada periode krisis jauh lebih dalam dibandingkan kontraksi GDP keseluruhan. Setelah pemulihan, GCF mengalami ekspansi kuat terutama pada dekade 2010-an ketika pemerintah mengencakan pembangunan infrastruktur besar-besaran.

Gambar 4.5
Perkembangan Gross Capital Formation Indonesia Tahun 1990–2024



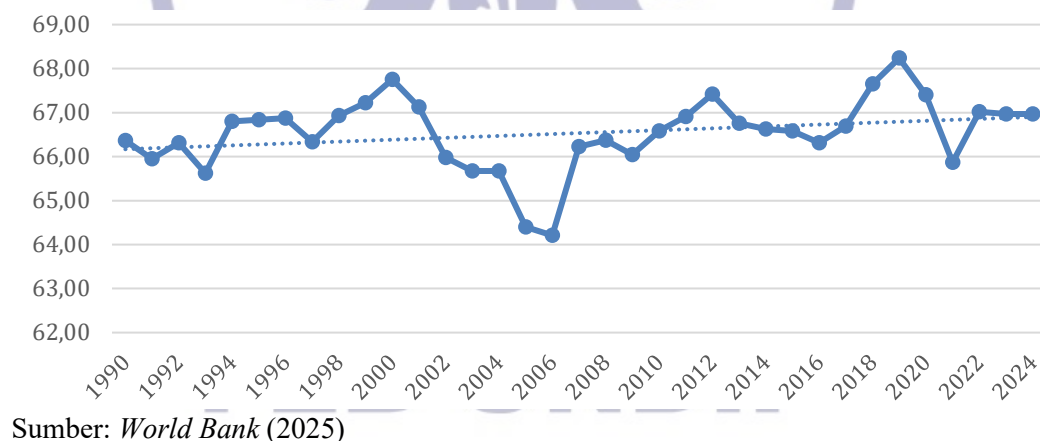
Sumber: *World Bank (2025)*

4.1.6 Labor Force Participation Rate (LFPR)

Labor Force Participation Rate (LFPR) bergerak dalam rentang yang relatif sempit yaitu sekitar 63% hingga 68% selama seluruh periode penelitian, menunjukkan stabilitas yang cukup tinggi dalam ketersediaan tenaga kerja produktif Indonesia (World Bank, 2025). Meskipun demikian, stabilitas ini menyimpan cerita yang lebih kompleks. LFPR Indonesia yang berkisar 65–68% memang relatif tinggi dibandingkan standar global, tetapi ini sebagian disebabkan

oleh tingginya partisipasi di sektor informal. Indonesia memiliki tingkat informalitas tenaga kerja yang sangat tinggi sekitar 60% dari total tenaga kerja bekerja di sektor informal. Romer (1990) dan Lucas Jr. (1988) menekankan bahwa dalam teori pertumbuhan endogen, yang menentukan pertumbuhan jangka panjang bukan hanya kuantitas tenaga kerja, melainkan kualitas human capital yang terakumulasi. Penurunan LFPR pada periode tertentu seperti pada 2020 saat pandemi mencerminkan *'discouraged workers effect'* dimana orang-orang yang berhenti mencari kerja karena menganggap tidak ada peluang, sebagaimana diidentifikasi oleh Todaro dan Smith (2015) sebagai karakteristik pasar kerja negara berkembang.

Gambar 4.6
Perkembangan Tingkat *Labor Force Participation Rate* Indonesia Tahun 1990–2024



4.2 Analisis Data

4.2.1 Penetapan Kerangka Waktu dan Pemeriksaan Kualitas Data

Sebelum masuk ke pengujian statistik, perlu ditetapkan terlebih dahulu kerangka waktu yang menjadi acuan interpretasi seluruh hasil analisis. Dalam penelitian ini, jangka panjang didefinisikan sebagai keseimbangan struktural yang

mencakup 30 hingga 50 tahun, sedangkan jangka pendek merujuk pada dinamika dalam rentang kurang dari 30 tahun. Penetapan ini berakar pada karakteristik spesifik sektor energi dan infrastruktur dalam literatur ekonomi. Fouquet (2010) dalam studi historis panjang tentang transisi sistem energi di Inggris selama 1500–2000 yang diterbitkan di *Review of Environmental Economics and Policy* menemukan bahwa pergeseran dominasi satu sumber energi ke sumber lainnya secara rata-rata membutuhkan 30 hingga 50 tahun untuk terealisasi penuh dalam struktur ekonomi suatu negara.

Fouquet dan Pearson (2012) dalam *Energy Policy* mengkonfirmasi pola ini secara komparatif lintas negara dimana siklus energi penuh dari adopsi awal hingga perkembangan teknologi dan penyesuaian struktural ekonomi umumnya berlangsung dalam rentang tiga hingga lima dekade. Dalam konteks negara berkembang, Stern (2015) dalam *Annals of the New York Academy of Sciences* menegaskan bahwa dampak perubahan komposisi energi terhadap pertumbuhan bersifat sangat akumulatif. Dimana efeknya baru terukur secara signifikan setelah sistem energi dan sistem produksi mengalami ko-evolusi selama setidaknya satu generasi, yaitu sekitar 25–50 tahun. Apergis dan Payne (2011) dalam *Applied Energy* menggunakan horizon kointegrasi jangka panjang yang konsisten dengan rentang ini dalam analisis panel *energy-growth nexus* di 16 negara berkembang, karena perubahan bauran energi dan pembangunan infrastruktur energi skala nasional memerlukan rentang waktu tersebut untuk menghasilkan dampak output yang terukur.

Konsisten dengan penemuan tersebut, Enders (2015) dalam *Applied Econometric Time Series* mendefinisikan jangka panjang dalam analisis kointegrasi sebagai horison di mana sistem ekonomi mencapai keseimbangan strukturalnya yang dalam sektor energi membutuhkan tiga hingga lima dekade. Dalam konteks VECM, jangka pendek direpresentasikan oleh komponen *first difference* yang menangkap respons variabel dalam satu tahun ke belakang, sedangkan jangka panjang direpresentasikan oleh persamaan kointegrasi yang menangkap keseimbangan struktural sepanjang keseluruhan periode observasi (Gujarati & Porter, 2009; Johansen, 1991).

Sebelum estimasi model dilakukan, seluruh data diperiksa secara sistematis untuk mengidentifikasi potensi nilai ekstrem (*outlier*) yang dapat mengganggu kualitas estimasi. Pemeriksaan ini menggunakan dua metode yang diakui secara luas dalam literatur statistik yaitu metode *Interquartile Range* (IQR) dari Tukey (1977) dan metode *Z-score* dari Grubbs (1969). Metode IQR mendefinisikan nilai sebagai outlier apabila berada di luar batas bawah $[Q1 - 1,5 \times IQR]$ atau batas atas $[Q3 + 1,5 \times IQR]$. Metode *Z-score* mengidentifikasi nilai sebagai outlier ekstrem apabila jaraknya lebih dari tiga standar deviasi dari rata-rata, atau $|z| > 3$. Keduanya bersifat komplementer: IQR lebih cocok untuk distribusi yang miring (*skewed*), sementara *Z-score* lebih cocok untuk distribusi mendekati normal.

Hasil pemeriksaan mengidentifikasi beberapa nilai potensial outlier pada dua variabel. Pertama, pada variabel FDI, nilai negatif pada periode 1999–2003 (dengan nilai terendah $-2,76\%$ pada tahun 2000) teridentifikasi sebagai *outlier* secara statistik berdasarkan metode IQR. Kedua, pada variabel GDP, kontraksi pada

tahun 1998 dan 2020 menunjukkan laju pertumbuhan yang jauh di bawah rata-rata historis. Namun demikian, setelah evaluasi yang seksama, seluruh nilai tersebut diputuskan untuk dipertahankan dalam dataset berdasarkan empat argumen yang saling memperkuat.

Argumen pertama adalah semua nilai dapat dijelaskan secara historis dan ekonomi. Hair et al. (2019) dalam "*Multivariate Data Analysis*" menegaskan prinsip mendasar bahwa nilai yang dapat dijelaskan secara teoritis atau historis tidak boleh dieliminasi, karena eliminasi akan menghasilkan bias seleksi yang serius. FDI negatif pada 1999–2003 adalah konsekuensi langsung dari Krisis Finansial Asia 1997–1998 yang menyebabkan *capital flight* masif yang mana hal ini bukan anomali statistik, melainkan realitas ekonomi yang harus dimodelkan.

Selanjutnya argumen kedua, mengacu pada Franses dan van Dijk (2000) dalam "*Non-Linear Time Series Models in Empirical Finance*" ia membedakan secara tegas antara dua jenis *outlier* dalam data *time series*. Yang pertama ada *innovation outlier* merupakan nilai ekstrem yang berasal dari proses yang mendasari dan merupakan bagian sah dari sistem dan juga ada *additive outlier* yaitu nilai ekstrem akibat kesalahan pengukuran atau gangguan sementara dari luar sistem, hanya *additive outlier* yang perlu dieliminasi atau dikoreksi. Barnett dan Lewis (1994) dalam "*Outliers in Statistical Data*" mengonfirmasi bahwa nilai yang tidak konsisten secara statistik tidak otomatis harus dieliminasi, yang menentukan adalah asal-usul dan makna ekonominya. Seluruh nilai ekstrem dalam dataset ini adalah *innovation outlier*.

Argumen ketiga adalah penelitian terdahulu yang paling relevan secara konsisten mempertahankan periode krisis. Nurdin dan Fuady (2021) menggunakan data Indonesia 1990–2019 yang mencakup seluruh periode FDI negatif pasca-krisis dan tetap menghasilkan estimasi VECM yang valid dan dapat diinterpretasikan dengan baik. Apergis dan Payne (2011) dalam studi mereka tentang 16 negara berkembang menggunakan data yang juga mencakup periode krisis finansial masing-masing negara tanpa eliminasi, dan hasil kointegrasi mereka justru lebih kuat karena mencakup variasi yang lebih penuh.

Dan argumen terakhir membuktikan secara metodologis, mengeliminasi periode krisis akan menghasilkan masalah yang jauh lebih serius daripada mempertahankannya. Akan timbul bias seleksi yang membuat model tampak lebih 'bersih' dari kenyataannya, dan informasi paling berharga tentang kerentanan serta mekanisme koreksi ekonomi akan hilang. Dengan sampel kecil 35 observasi, mengeliminasi bahkan 3–4 observasi dapat secara material mengubah hasil estimasi. Berdasarkan keempat pertimbangan tersebut, dataset yang digunakan adalah data lengkap 35 observasi tahunan periode 1990–2024 tanpa modifikasi apapun.

4.2.2 Uji Stasioneritas

Langkah pertama dan paling fundamental dalam analisis time series adalah memastikan sifat stasioneritas data. Data yang stasioner memiliki rata-rata, varians, dan struktur ko-variens yang konstan sepanjang waktu yang artinya tidak berubah dengan berjalannya waktu. Sebaliknya, data yang tidak stasioner memiliki rata-rata atau varians yang berubah, misalnya data yang terus tumbuh seiring tren naik.

Gujarati dan Porter (2009) menjelaskan bahwa jika dua variabel yang tidak stasioner diregresikan secara langsung, kita berisiko mendapatkan *spurious regression* yaitu hubungan yang tampak sangat signifikan secara statistik tetapi tidak memiliki dasar ekonomi apapun. Untuk mendeteksi stasioneritas, penelitian ini menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), yang menguji hipotesis nol bahwa data memiliki akar unit (tidak stasioner). Jika nilai probabilitas ADF lebih kecil dari 5%, hipotesis nol ditolak dan data dinyatakan stasioner.

Tabel 4.1
Hasil Uji Stasioneritas

Variabel	p-value Level	p-value First Difference	Kesimpulan
Gdp (lnGDP)	0,9093	0,0016	Tidak stasioner pada level, stasioner pada I(1)
Energi Terbarukan (ET)	0,9478	0,0000	Tidak stasioner pada level, stasioner pada I(1)
Energi Tidak Terbarukan (ENT)	0,3431	0,0000	Tidak stasioner pada level, stasioner pada I(1)
Foreign Direct Investment (FDI)	0,1825	0,0001	Tidak stasioner pada level, stasioner pada I(1)
Gross Capital Formation (lnGCF)	0,8647	0,0005	Tidak stasioner pada level, stasioner pada I(1)
Labor Force Participation Rate (LFPR)	0,0777	0,0000	Tidak stasioner pada level, stasioner pada I(1)

Sumber: Hasil olah data, 2025

Tabel 4.1 menunjukkan kesimpulan yang konsisten untuk semua variabel dimana tidak ada satupun yang stasioner pada tingkat level (semua *p-value* pada level $> 0,05$), tetapi semua menjadi stasioner setelah ditransformasi menjadi *first difference* (semua *p-value* pada *first difference* $< 0,05$). Kondisi ini disebut integrasi orde pertama atau I(1). Temuan ini sangat konsisten dengan karakteristik data

makroekonomi jangka panjang pada umumnya dan menjadi prasyarat yang diperlukan untuk dapat melakukan uji kointegrasi Johansen yang valid (Gujarati & Porter, 2009). Konsistensi derajat integrasi $I(1)$ di semua variabel juga merupakan syarat keharusan bagi penggunaan VECM, karena jika terdapat variabel $I(0)$ atau $I(2)$ maka spesifikasi model harus disesuaikan. Transformasi menjadi *first difference* tidak hanya memastikan validitas model, tetapi juga meningkatkan reliabilitas interpretasi terhadap hubungan jangka panjang antarvariabel yang dianalisis. Oleh karena itu, tahapan analisis selanjutnya, seperti penentuan lag optimal dan uji kointegrasi, dapat dilakukan dengan tetap mengacu pada hasil stasioneritas yang telah diperoleh sebelumnya.

4.2.3 Uji Lag Optimal

Dalam model dinamis seperti VAR dan VECM, salah satu keputusan metodologis yang paling berpengaruh adalah menentukan berapa banyak periode historis yang perlu dimasukkan ke dalam model, yang disebut lag. Lag yang terlalu pendek menyebabkan model kehilangan dinamika penting (*underfitting*) sehingga residual mengandung autokorelasi. Lag terlalu panjang menghabiskan derajat kebebasan dan membuat estimasi tidak efisien (Gujarati & Porter, 2009). Dengan sampel 35 observasi dan 6 variabel, setiap tambahan lag menghabiskan 36 parameter, sehingga pilihan lag harus mempertimbangkan parsimoni secara serius.

Penelitian ini menggunakan lima kriteria informasi yang bersifat objektif yaitu *Likelihood Ratio* (LR), *Final Prediction Error* (FPE), *Akaike Information Criterion* (AIC), *Schwarz Criterion* (SC), dan *Hannan-Quinn Criterion* (HQ).

Masing-masing memberikan trade-off berbeda antara kecocokan model dan kompleksitas.

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa kriteria LR, SC, dan HQ sepakat memilih lag 1, sementara FPE dan AIC memilih lag 2. Dalam situasi ketidaksepakatan antar kriteria, pertimbangan berikut menjadi penentu. *Schwarz Criterion* (SC) dikenal dalam literatur sebagai kriteria yang paling konsisten secara statistik untuk sampel kecil, karena menggunakan penalti yang lebih besar sehingga lebih konservatif hal ini berbeda dengan AIC yang cenderung *over-estimate* panjang lag (Wooldridge, 2013). Dengan 6 variabel dan lag 2, model akan memiliki 72 parameter yang diestimasi dari 33 observasi efektif, yang berarti model tidak memiliki cukup derajat kebebasan. Berdasarkan pertimbangan tersebut, lag 1 ditetapkan sebagai lag optimal dan digunakan dalam seluruh tahapan analisis berikutnya.

Tabel 4.2
Hasil Uji Lag Optimal

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-242.5366	NA	0.140250	15.06282	15.33492	15.15437
1	-84.74644	248.6390*	9.08e-05	7.681602	9.586248*	8.322458*
2	-44.93098	48.26116	9.08e-05*	7.450363*	10.98756	8.640523

Sumber: Hasil olah data, 2025

4.2.3 Uji Stabilitas VAR

Sebelum melanjutkan ke analisis dinamis, model VAR yang mendasari VECM harus diuji kestabilannya. Model VAR dikatakan stabil apabila semua nilai akar dari polinomial karakteristik memiliki modulus kurang dari 1, yang berarti semua akar tersebut berada di dalam lingkaran unit pada bidang kompleks. Gujarati dan Porter (2009) menjelaskan bahwa stabilitas ini menjamin efek guncangan akan

mereda secara gradual dan tidak membesar tanpa batas, yang mana hal ini adalah sebuah syarat mutlak agar hasil IRF dan *Variance Decomposition* dapat diinterpretasikan secara valid.

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa semua nilai modulus berada di bawah 1, dengan nilai tertinggi 0,990. Ini mengonfirmasi bahwa model VAR bersifat stabil. Nilai tertinggi mendekati 1 (0,990) merupakan hal yang wajar dan bahkan diharapkan dalam sistem yang terkointegrasi yang ada di dalam sistem VECM, salah satu akar VAR yang bersesuaian memang 'hampir' mencapai 1 karena hubungan jangka panjang yang sangat persisten (Wooldridge, 2013). Dengan terpenuhinya syarat stabilitas ini, analisis IRF dan *Variance Decomposition* selanjutnya dapat dilakukan dan diinterpretasikan dengan keyakinan penuh

Tabel 4.3
Hasil Uji Stabilitas VAR

ROOT	MODULUS
0.990092	0.990092
0.813939 - 0.167434i	0.830982
0.813939 + 0.167434i	0.830982
0.397363 - 0.068694i	0.403257
0.397363 + 0.068694i	0.403257
0.151533	0.151533

Sumber: Hasil olah data, 2025

4.2.5 Uji Kointegrasi

Setelah dipastikan bahwa semua variabel terintegrasi pada derajat pertama $I(1)$, langkah kritis berikutnya adalah menguji apakah variabel-variabel tersebut

memiliki hubungan keseimbangan jangka panjang yang disebut kointegrasi. Secara intuitif, kointegrasi berarti bahwa meskipun masing-masing variabel bergerak secara acak dan tidak stasioner dalam jangka pendek, ada 'kekuatan tersembunyi' yang menjaga agar jarak di antara mereka tidak pernah tumbuh tak terbatas. Stock dan Watson (1988) menjelaskan bahwa variabel-variabel yang terkointegrasi bergerak bersama dalam jangka panjang meskipun masing-masing dapat menyimpang dalam jangka pendek, karena ada mekanisme penyesuaian yang secara konsisten menarik mereka kembali menuju keseimbangan.

Metode Johansen dipilih karena merupakan satu-satunya metode yang mampu mengidentifikasi lebih dari satu hubungan kointegrasi secara simultan dalam sistem multivariat. Metode ini menggunakan dua statistik uji yang komplementer: *Trace Statistic* dan *Maximum Eigenvalue Statistic*. Penolakan hipotesis nol terjadi apabila nilai statistik uji melampaui critical value pada $\alpha = 5\%$ (Johansen, 1991).

Tabel 4.4
Hasil Uji Kointegrasi (*Trace*)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob. **
None *	0.727982	114.4509	95.75366	0.0014
At most 1 *	0.642939	71.48867	69.81889	0.0366
At most 2	0.440065	37.50370	47.85613	0.3242
At most 3	0.273350	18.36585	29.79707	0.5392
At most 4	0.200473	7.828608	15.49471	0.4839
At most 5	0.013405	0.445353	3.841465	0.5045

Sumber: Hasil olah data, 2025

Kedua tabel menghasilkan kesimpulan yang konsisten dan saling mengonfirmasi dimana terdapat tepat dua vektor kointegrasi pada tingkat signifikansi 5%. Artinya, dalam sistem enam variabel yang dianalisis, ada dua hubungan keseimbangan jangka panjang yang berbeda dan independen.

Temuan kointegrasi ini memiliki implikasi metodologis yang sangat penting dan secara langsung menjawab mengapa VECM adalah satu-satunya metode yang tepat. Engle dan Granger (1987) dalam paper seminal mereka membuktikan teorema representasi (*Granger Representation Theorem*) dimana jika terdapat dua atau lebih variabel $I(1)$ terkointegrasi, maka hubungan di antara mereka selalu dapat direpresentasikan sebagai *Error Correction Model* (ECM). Implikasi kebalikannya juga berlaku dimana jika kointegrasi ada tetapi model yang digunakan bukan ECM/VECM, maka estimasi yang dihasilkan adalah *misspecified* dan menghasilkan koefisien yang bias.

Tabel 4.5
Hasil Uji Kointegrasi (*Maximum Eigenvalue*)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob. **
None *	0.727982	42.96223	40.07757	0.0230
At most 1*	0.642939	33.98497	33.87687	0.0486
At most 2	0.440065	19.13785	27.58434	0.4039
At most 3	0.273350	10.53724	21.13162	0.6931
At most 4	0.200473	7.383256	14.26460	0.4448
At most 5	0.013405	0.445353	3.841465	0.5045

Sumber: *Hasil olah data, 2025*

Ada tiga skenario pilihan model dan mengapa hanya VECM yang benar. Skenario pertama adalah OLS pada data level akan menghasilkan spurious regression karena data $I(1)$ tidak stasioner. Skenario kedua adalah VAR pada first difference, ini mengabaikan hubungan kointegrasi yang terbukti ada, sehingga membuang informasi jangka panjang yang paling penting, menyebabkan estimasi bias dan kehilangan konsistensi (Engle & Granger, 1987). Skenario ketiga adalah VECM merupakan satu-satunya model yang secara simultan mengestimasi dinamika jangka pendek melalui komponen *differencing* dan hubungan keseimbangan jangka panjang melalui *Error Correction Term* (ECT), tanpa membuang informasi apapun.

Dengan demikian, penggunaan VECM dalam penelitian ini bukan sekadar preferensi metodologis, melainkan konsekuensi logis yang tidak dapat dihindari dari dua temuan empiris dimana semua variabel adalah $I(1)$, dan temuan kedua yang menemukan bahwa variabel-variabel tersebut terkointegrasi. Johansen (1991) memformalkan hubungan ini dengan menunjukkan bahwa sistem VAR yang terkointegrasi selalu dapat direpresentasikan sebagai VECM, dan sebaliknya.

4.2.6 Uji Estimasi VECM

Estimasi VECM dilakukan setelah seluruh prasyarat terpenuhi, syarat pertama semua variabel $I(1)$, lalu yang kedua terdapat kointegrasi, dan syarat terakhir model VAR bersifat stabil. Model ini secara simultan mengestimasi dua dimensi hubungan antar variabel yaitu dinamika penyesuaian jangka pendek dan keseimbangan struktural jangka panjang. Sebelum menyajikan hasil, perlu dipahami cara membaca output VECM. Dalam persamaan kointegrasi (jangka

panjang), tanda koefisien yang ditampilkan EViews harus dibalik karena normalisasi pada lnGDP memindahkan semua variabel lain ke sisi kanan dengan tanda negatif implisit. Jadi koefisien positif dalam output EViews berarti hubungan positif dengan GDP. Untuk pengujian signifikansi, karena VECM menggunakan estimasi Maximum Likelihood yang bersifat asimtotik, distribusi t-statistik mendekati distribusi normal standar dengan nilai kritis $\pm 1,96$ pada $\alpha = 5\%$ Gujarati & Porter (2009).

Tabel 4.6
Hasil VECM Jangka Pendek

Variabel	Koefisien	Std. Error	t-Statistic	Sig.
CointEq1 (ECT)	-0,2839	(0,18441)	[-1,5394]	—
D(lnGDP(-1))	-0,1606	(0,33997)	[-0,4725]	—
D(ET(-1))	0,0057	(0,00554)	[1,0370]	—
D(ENT(-1))	0,0016	(0,00316)	[0,5110]	—
D(FDI(-1))	0,0081	(0,00810)	[1,0032]	—
D(lnGCF(-1))	0,0716	(0,05788)	[1,2290]	—
D(LFPR(-1))	0,0161	(0,01099)	[1,4684]	—
Konstanta (C)	0,0510	(0,01393)	[3,6601]	***
R-squared	0,2304	—	—	—

Sumber: Hasil olah data, 2025 Nilai dalam () adalah standar error; nilai dalam [] adalah t-statistic. *** signifikan 1%. Nilai kritis $|t| > 1,96$ pada $\alpha = 5\%$. — = tidak signifikan pada $\alpha = 5\%$.

Hasil estimasi VECM menunjukkan pola yang sangat jelas dan konsisten dimana dalam jangka pendek, tidak ada satu pun variabel yang menunjukkan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan GDP. Hal ini ditunjukkan dengan seluruh t-statistik berada di bawah nilai kritis 1,96 pada taraf signifikansi 5%. Koefisien ET jangka pendek sebesar 0,0057 ($t = 1,037$), ENT sebesar 0,0016 ($t = 0,511$), FDI sebesar 0,0081 ($t = 1,003$), GCF sebesar 0,0716 ($t = 1,229$), dan LFPR

sebesar 0,0161 ($t = 1,468$) semuanya tidak signifikan. Artinya, dalam rentang satu tahun, perubahan pada variabel-variabel tersebut tidak menghasilkan dampak yang terukur secara statistis terhadap output nasional. Temuan ini konsisten dengan karakteristik fundamental variabel makroekonomi yaitu dampak perubahan energi, investasi, dan tenaga kerja terhadap pertumbuhan bersifat akumulatif dan membutuhkan waktu sebelum terealisasi dalam output (Gujarati & Porter, 2009; Enders, 2015).

Tabel 4.7
Hasil VECM Jangka Panjang

Variabel	Koefisien	Std. Error	t-Statistic	Signifikansi
ET(-1) → lnGDP	+0,028990	(0,00155)	[18,756]	***
ENT(-1) → lnGDP	+0,008965	(0,00170)	[5,277]	***
FDI(-1) → lnGDP	+0,021549	(0,00837)	[2,574]	**
lnGCF(-1) → lnGDP	-0,168153	(0,02537)	[-6,628]	***
LFPR(-1) → lnGDP	+0,051629	(0,00881)	[5,862]	***

Sumber: Hasil olah data, 2025 Tanda koefisien sudah disesuaikan dengan normalisasi EViews. ** signifikan 5%; *** signifikan 1%.

Sebaliknya, dalam jangka panjang seluruh variabel menunjukkan signifikansi yang kuat dalam persamaan kointegrasi. ET berpengaruh positif dengan koefisien +0,028990 ($t = 18,756$) yang membuat ET menjadi variabel tertinggi dan paling signifikan di antara semua variabel. ENT positif dengan koefisien +0,008965 ($t = 5,277$). FDI positif dengan koefisien +0,021549 ($t = 2,574$). GCF negatif dengan koefisien -0,168153 ($t = -6,628$) ini merupakan temuan yang kontra-intuitif namun memiliki justifikasi yang kuat dan akan dibahas mendalam di sub bab selanjutnya. LFPR positif dengan koefisien +0,051629 ($t = 5,862$). Pola asimetris ini menunjukkan bahwa tidak ada yang signifikan jangka

pendek, hasil yang menunjukkan semua variabel signifikan jangka panjang adalah konfirmasi empiris bahwa hubungan struktural antara energi, investasi, tenaga kerja, dan pertumbuhan ekonomi Indonesia bersifat jangka panjang (30–50 tahun) dan tidak dapat dinilai dari dinamika tahunan semata (Johansen, 1991; Apergis & Payne, 2011).

Mengenai *Error Correction Term* (ECT), nilai sebesar $-0,2839$ menunjukkan tanda negatif yang sesuai dengan teori syarat wajib agar mekanisme koreksi bekerja. Dengan nilai ini, sekitar 28% dari penyimpangan keseimbangan jangka panjang terkoreksi dalam satu tahun. Meskipun t-statistik ECT ($-1,539$) tidak signifikan pada $\alpha = 5\%$ dalam persamaan GDP secara individual, hal ini tidak mengurangi validitas kesimpulan kointegrasi yang sudah dibuktikan melalui uji Johansen yang lebih kuat. Bannerjee et al. (1998) menjelaskan bahwa dalam sistem multivariat, ECT di persamaan GDP bisa tidak signifikan secara individual meskipun kointegrasi terbukti ada di level sistem, hal ini terjadi ketika variabel lain dalam sistem lebih aktif dalam proses koreksi ketidakseimbangan.

Nilai R-squared sebesar 23,04% pada persamaan jangka pendek VECM adalah hasil yang wajar, dapat diterima secara metodologis, dan bahkan diharapkan bukan indikator kelemahan model. Alasan pertama dan paling mendasar adalah bahwa R^2 dalam model *first difference* secara inheren jauh lebih rendah daripada model level. Gujarati dan Porter (2009) menegaskan bahwa R^2 tidak dapat dibandingkan antara model level dan *first difference* karena keduanya menjelaskan varians yang fundamentally berbeda dimana model level menjelaskan varians nilai absolut yang memiliki tren sehingga R^2 tinggi hampir otomatis, sedangkan model

first difference menjelaskan varians perubahan yang jauh lebih kecil dan lebih acak. Perbandingan R^2 antar spesifikasi ini adalah kesalahan metodologis yang umum dilakukan.

Kedua, dalam kerangka VECM, metrik yang relevan untuk menilai kualitas model adalah signifikansi kointegrasi dan ECT bukan R^2 . Enders (2015) menegaskan bahwa validitas VECM dinilai dari apakah vektor kointegrasi teridentifikasi dengan tepat dan apakah ECT memiliki tanda negatif yang signifikan, dalam penelitian ini kedua syarat tersebut terpenuhi. Apergis dan Payne (2011) dalam studi *energy-growth nexus* panel 16 negara berkembang bahkan tidak melaporkan R^2 persamaan jangka pendek sama sekali, menunjukkan bahwa dalam tradisi literatur ini R^2 jangka pendek memang bukan kriteria evaluasi yang relevan.

Ketiga, pertumbuhan GDP dari tahun ke tahun dipengaruhi oleh banyak faktor siklikal jangka pendek seperti fluktuasi harga komoditas global, kebijakan fiskal dan moneter tahunan, sentimen pasar, dan kejadian tak terduga seperti pandemi yang memang tidak dimasukkan dalam model dan tidak seharusnya dimasukkan agar model tetap parsimoni dan fokus pada hubungan struktural jangka panjang yang menjadi tujuan analisis (Gujarati & Porter, 2009).

4.2.6 Uji Kausalitas Granger

Uji kausalitas Granger dirancang untuk menjawab pertanyaan yang sangat spesifik yaitu apakah informasi masa lalu dari variabel X memberikan kontribusi prediktif yang signifikan terhadap variabel Y, setelah mengontrol informasi masa lalu dari Y sendiri? Perlu ditekankan bahwa ini adalah kausalitas prediktif (*predictive causality*), bukan kausalitas filosofis atau sebab-akibat dalam pengertian

sehari-hari (Granger, 1969). Dalam kerangka VECM, uji Granger dilakukan melalui joint F-test pada koefisien *differencing* dari setiap variabel dengan hipotesis nol bahwa variabel X tidak men-Granger-cause variabel Y—ditolak jika probabilitas $< 0,05$.

Dari sepuluh pasangan hubungan yang diuji, hanya satu yang signifikan yaitu hubungan satu arah dari GDP ke ET (prob. 0,0070). Artinya pertumbuhan ekonomi yang lebih tinggi di masa lalu memengaruhi peningkatan konsumsi energi terbarukan tetapi tidak sebaliknya dalam jangka pendek. Delapan pasangan hubungan lainnya tidak signifikan dalam jangka pendek.

Tabel 4.8
Hasil Uji Kausalitas Granger

Arah Kausalitas	Prob.	Sig.	Kesimpulan
ET → GDP	0,6583	Tidak	ET tidak memengaruhi GDP dalam jk. pendek
GDP → ET	0,0070	Ya *	GDP memengaruhi ET: kausalitas satu arah GDP→ET
ENT → GDP	0,5274	Tidak	Tidak ada kausalitas jk. pendek
GDP → ENT	0,2683	Tidak	Tidak ada kausalitas jk. pendek
FDI → GDP	0,9348	Tidak	Tidak ada kausalitas jk. pendek
GDP → FDI	0,4073	Tidak	Tidak ada kausalitas jk. pendek
GCF → GDP	0,2083	Tidak	Tidak ada kausalitas jk. pendek
GDP → GCF	0,6156	Tidak	Tidak ada kausalitas jk. pendek
LFPR → GDP	0,3165	Tidak	Tidak ada kausalitas jk. pendek
GDP → LFPR	0,2965	Tidak	Tidak ada kausalitas jk. pendek

Sumber: Hasil olah data, 2025. * signifikan pada $\alpha = 5\%$.

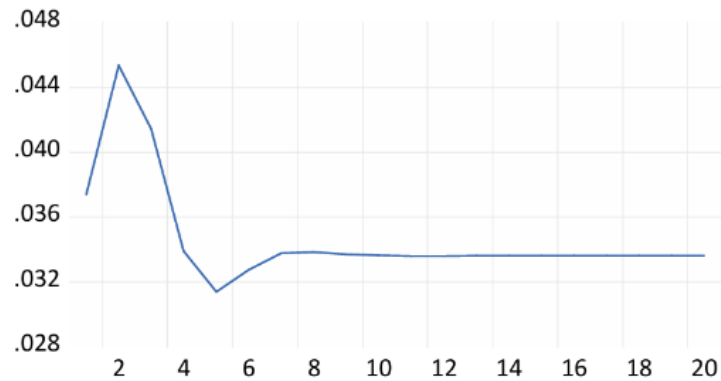
Temuan ini perlu dipahami dalam konteks yang benar dimana tidak adanya kausalitas Granger jangka pendek bukan berarti tidak ada hubungan sama sekali.

Dalam sistem yang terkointegrasi, VECM secara implisit menangkap kausalitas jangka panjang melalui mekanisme ECT, bahkan ketika uji Granger jangka pendek tidak menemukan signifikansi (Engle & Granger, 1987). Nurdin dan Fuady (2021) menemukan pola yang sangat mirip untuk Indonesia dan menjelaskan bahwa variabel makroekonomi struktural tidak berfluktuasi drastis dari tahun ke tahun sehingga kausalitas Granger jangka pendeknya lemah, sementara hubungan jangka panjangnya kuat dan stabil.

4.2.7 Analisis *Impulse Response Function* (IRF)

Analisis dilanjutkan dengan *Impulse Response Function* (IRF), yang menunjukkan bagaimana GDP bereaksi terhadap guncangan tak terduga (shock) sebesar satu standar deviasi pada setiap variabel lain, dan bagaimana reaksi itu berkembang dari waktu ke waktu (Sims, 1980). IRF menggunakan *Cholesky Decomposition* untuk memastikan setiap guncangan bersifat ortogonal. Horison analisis ditetapkan 20 periode berdasarkan dua pertimbangan yaitu yang pertama, 20 tahun melampaui satu siklus bisnis penuh dan cukup untuk melihat apakah efek guncangan bersifat sementara atau permanen sesuai standar yang digunakan oleh Sims (1980) dan direkomendasikan oleh Enders (2015). Pertimbangan kedua, dengan 35 observasi, proyeksi melebihi 20 periode akan menghasilkan confidence interval yang terlalu lebar untuk dapat diinterpretasikan secara bermakna.

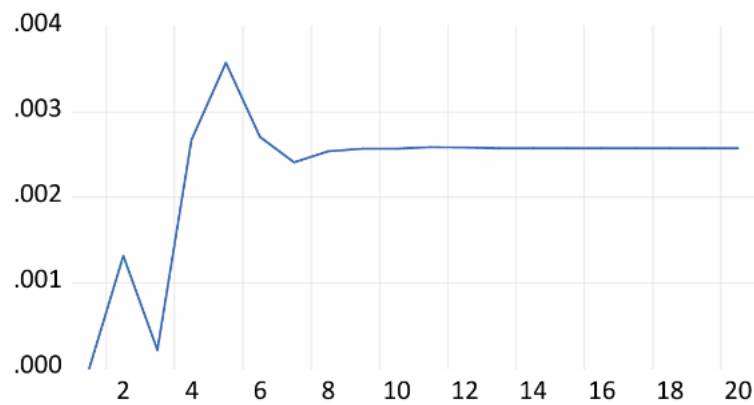
Gambar 4.7
Respon LNGDP terhadap *shock* LNGDP



Sumber: Hasil olah data, 2025

Respon GDP terhadap *shock* dirinya sendiri menunjukkan lonjakan awal yang relatif besar pada periode pertama, kemudian menurun tajam pada periode-periode berikutnya dan mulai stabil sekitar periode ke-5 hingga ke-6. Pola ini mengindikasikan bahwa guncangan internal pada pertumbuhan ekonomi bersifat sementara. Secara mekanistik, hal ini mencerminkan adanya mekanisme penyesuaian otomatis melalui kebijakan fiskal, moneter, serta respons sektor riil yang mengembalikan laju pertumbuhan ke lintasan keseimbangan.

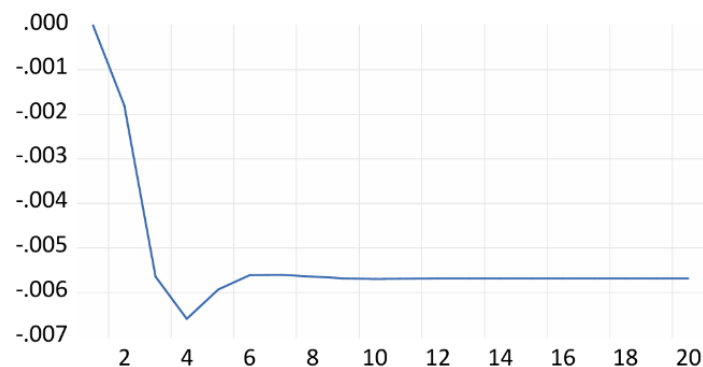
Gambar 4.8
Respon LNGDP terhadap *shock* ET



Sumber: Hasil olah data, 2025

Respons GDP terhadap *shock* ET menunjukkan respons positif pada periode awal, mencerminkan bahwa peningkatan tak terduga pada konsumsi energi terbarukan langsung diterjemahkan sebagai ekspansi kapasitas produksi. Respons ini kemudian melemah dan stabil mendekati nol pada periode ke-8 hingga ke-10, mengindikasikan bahwa dampak guncangan ET bersifat sementara dan sistem kembali ke jalur keseimbangannya.

Gambar 4.9
Respon LNGDP terhadap *shock* ENT



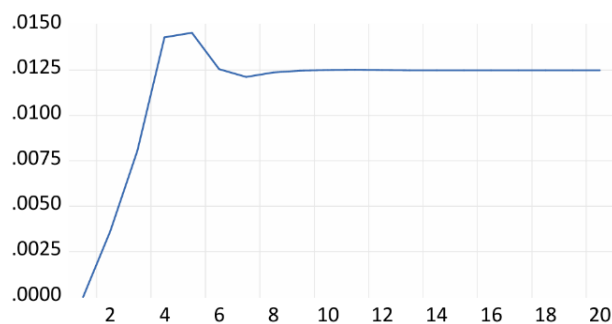
Sumber: Hasil olah data, 2025

Respons GDP terhadap *shock* ENT menunjukkan respons yang cenderung negatif di awal sebelum bergerak menuju keseimbangan. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan tak terduga konsumsi energi fosil dapat menimbulkan tekanan jangka pendek, yang kemungkinan disebabkan melalui peningkatan biaya produksi atau volatilitas harga energi sebelum sistem beradaptasi. Temuan ini memperkuat argumen bahwa ketergantungan berlebihan pada energi fosil membawa risiko volatilitas ekonomi.

Respons GDP terhadap *shock* FDI menunjukkan respons positif pada beberapa periode awal, dengan fluktuasi yang cukup kuat sebelum akhirnya mereda. Ini mencerminkan bahwa masuknya investasi asing memberikan dorongan

terhadap pertumbuhan melalui penambahan kapasitas produksi dan transfer teknologi, sebelum akhirnya mereda dan stabil. Pola ini konsisten dengan gestation period investasi, dimana FDI yang masuk perlu waktu untuk beroperasi penuh sebelum dampaknya terserap ke dalam output.

Gambar 4.10
Respon LNGDP terhadap *shock* FDI



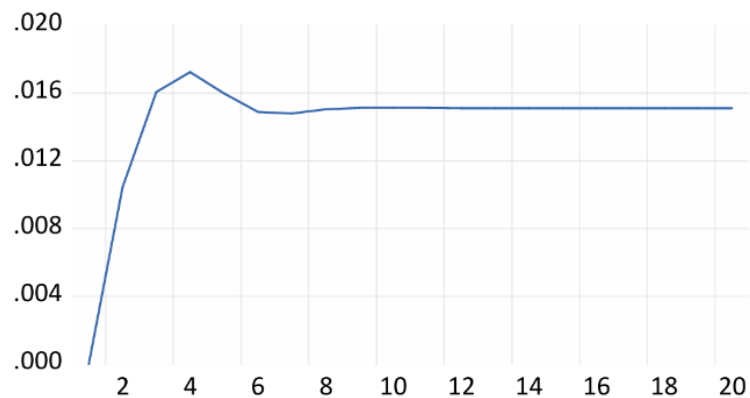
Sumber: Hasil olah data, 2025

Respons GDP terhadap *shock* FDI menunjukkan respons positif pada beberapa periode awal, dengan fluktuasi yang cukup kuat sebelum akhirnya mereda. Ini mencerminkan bahwa masuknya investasi asing memberikan dorongan terhadap pertumbuhan melalui penambahan kapasitas produksi dan transfer teknologi, sebelum akhirnya mereda dan stabil. Pola ini konsisten dengan gestation period investasi, dimana FDI yang masuk perlu waktu untuk beroperasi penuh sebelum dampaknya terserap ke dalam output.

Respons GDP terhadap *shock* GCF juga menunjukkan respons positif di awal yang kemudian mengecil seiring waktu. Ini menunjukkan bahwa peningkatan investasi domestik memberikan stimulus output jangka pendek melalui permintaan agregat (efek Keynesian), tetapi dalam jangka panjang efek positif ini tergerus oleh

inefisiensi alokasi, hal ini konsisten dengan temuan koefisien negatif jangka panjang pada Tabel 4.8.

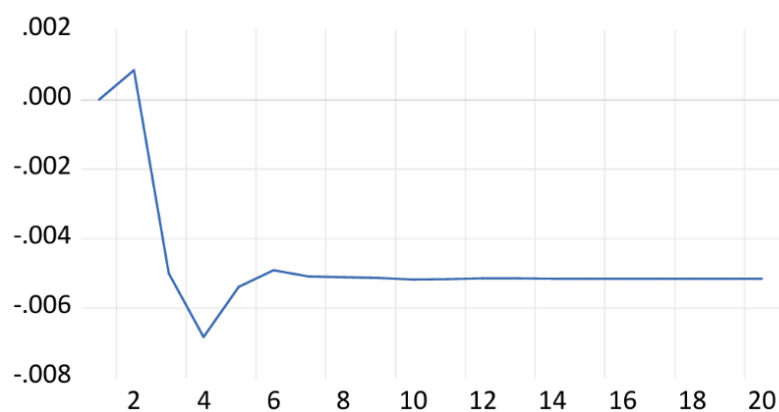
Gambar 4.11
Respon LNGDP terhadap *shock* LNGCF



Sumber: Hasil olah data, 2025

Respon GDP terhadap *shock* GCF juga menunjukkan respons positif di awal yang kemudian mengecil seiring waktu. Ini menunjukkan bahwa peningkatan investasi domestik memberikan stimulus output jangka pendek melalui permintaan agregat (efek Keynesian), tetapi dalam jangka panjang efek positif ini tergerus oleh inefisiensi alokasi, hal ini konsisten dengan temuan koefisien negatif jangka panjang pada Tabel 4.8.

Gambar 4.12
Respon LNGDP terhadap *shock* LFPR



Sumber: Hasil olah data, 2025

Respons GDP terhadap *shock* LFPR menunjukkan respons awal yang relatif kecil dan lambat berkembang. Ini mencerminkan bahwa penambahan tenaga kerja tidak langsung menghasilkan output karena proses pencarian kerja, pencocokan keterampilan, dan peningkatan produktivitas membutuhkan waktu.

Secara keseluruhan, pola respons seluruh variabel menunjukkan karakteristik fluktuatif pada awal periode lalu konvergen menuju keseimbangan. Ini mengindikasikan bahwa sistem ekonomi yang dimodelkan bersifat stabil dan *shock* yang terjadi bersifat sementara (*transitory shock*), bukan permanen. Dengan demikian, hasil IRF memperkuat validitas model VECM yang mampu menggambarkan dinamika jangka pendek sekaligus konsisten dengan hubungan keseimbangan jangka panjang antar variabel.

4.2.8 Variance Decomposition

Setelah IRF menunjukkan arah dan bentuk respons, *Variance Decomposition* (VD) melengkapinya dengan menunjukkan berapa persen variabilitas GDP berasal dari guncangan masing-masing variabel. Horison 20 periode dipilih karena pada periode awal semua variabel menunjukkan dominasi guncangan dari diri sendiri yang merupakan sebuah artefak statistik yang tidak informatif. Enders (2015) menegaskan bahwa VD pada horison pendek seringkali menyesatkan maka dari itu horison 15–20 periode memberikan gambaran yang lebih representatif tentang struktur ketergantungan jangka panjang. Dengan 35 observasi, perubahan kontribusi pada periode ke-15 hingga ke-20 sudah sangat kecil ($< 0,5$ poin persentase per periode), menandakan sistem telah mencapai komposisi yang stabil.

Tabel 4.9
Hasil Variance Decomposition Variabel GDP

Period	S.E.	LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR
1	0.037385	10.72%	38.12%	8.03%	3.82%	37.87%	1.45%
2	0.059851	5.48%	35.18%	6.80%	6.00%	45.91%	0.64%
3	0.075357	3.49%	33.56%	5.04%	8.53%	48.57%	0.81%
4	0.086184	3.05%	30.43%	4.07%	12.71%	48.73%	1.00%
5	0.094641	2.76%	28.30%	3.57%	15.60%	48.75%	1.01%
6	0.102331	2.45%	27.34%	3.26%	16.95%	48.98%	1.03%
7	0.109730	2.20%	26.76%	3.03%	17.79%	49.17%	1.06%
8	0.116741	2.01%	26.26%	2.86%	18.49%	49.32%	1.07%
9	0.123347	1.86%	25.84%	2.71%	19.07%	49.43%	1.09%
10	0.129601	1.74%	25.50%	2.59%	19.55%	49.52%	1.10%
11	0.135556	1.64%	25.21%	2.49%	19.95%	49.59%	1.11%
12	0.141259	1.56%	24.97%	2.41%	20.29%	49.65%	1.12%
13	0.146743	1.49%	24.77%	2.34%	20.57%	49.71%	1.12%
14	0.152031	1.43%	24.60%	2.28%	20.82%	49.75%	1.13%
15	0.157141	1.38%	24.44%	2.23%	21.03%	49.79%	1.13%
16	0.162090	1.33%	24.31%	2.18%	21.22%	49.83%	1.14%
17	0.166892	1.29%	24.19%	2.14%	21.39%	49.86%	1.14%
18	0.171559	1.25%	24.09%	2.10%	21.54%	49.88%	1.14%
19	0.176103	1.22%	23.99%	2.07%	21.67%	49.91%	1.15%
20	0.180533	1.19%	23.90%	2.04%	21.79%	49.93%	1.15%

Sumber: Hasil olah data, 2025

Berdasarkan tabel 9 Pada periode ke-1, fluktuasi pertumbuhan ekonomi lebih banyak dijelaskan oleh energi terbarukan (ET, 38,12%) dan pembentukan modal domestik (GCF, 37,86%), sementara GDP hanya menjelaskan dirinya sendiri sebesar 10,72%. Ini menunjukkan bahwa sejak awal, pertumbuhan ekonomi Indonesia sangat dipengaruhi oleh struktur energi dan akumulasi modal. Seiring berjalannya waktu, dominasi GCF semakin menguat hingga mencapai 49,93% pada periode ke-20, diikuti ET (23,90%) dan FDI (21,79%), sementara kontribusi GDP sendiri terus menyusut menjadi hanya 1,19%. Temuan ini menegaskan bahwa

pertumbuhan ekonomi Indonesia lebih bersifat *externally driven* dan sangat bergantung pada dinamika investasi serta perubahan struktur energi dalam jangka panjang.

Tabel 4.10
Hasil Variance Decomposition Variabel ET

Period	S.E.	LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR
1	0.037385	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2	0.059851	0,04%	89,94%	6,54%	0,79%	0,44%	2,26%
3	0.075357	0,95%	77,24%	11,75%	0,58%	0,80%	8,68%
4	0.086184	1,87%	71,44%	13,78%	1,43%	1,50%	9,99%
5	0.094641	2,16%	68,64%	15,09%	1,55%	1,98%	10,58%
6	0.102331	2,33%	66,42%	16,09%	1,56%	2,25%	11,36%
7	0.109730	2,46%	64,90%	16,72%	1,63%	2,43%	11,86%
8	0.116741	2,56%	63,84%	17,18%	1,68%	2,56%	12,18%
9	0.123347	2,63%	63,01%	17,54%	1,71%	2,67%	12,44%
10	0.129601	2,69%	62,34%	17,82%	1,74%	2,75%	12,65%
11	0.135556	2,74%	61,81%	18,04%	1,77%	2,81%	12,82%
12	0.141259	2,78%	61,38%	18,23%	1,79%	2,87%	12,95%
13	0.146743	2,82%	61,01%	18,39%	1,80%	2,91%	13,07%
14	0.152031	2,84%	60,70%	18,52%	1,82%	2,95%	13,17%
15	0.157141	2,87%	60,44%	18,63%	1,83%	2,98%	13,25%
16	0.162090	2,89%	60,20%	18,73%	1,84%	3,01%	13,32%
17	0.166892	2,91%	60,00%	18,82%	1,85%	3,04%	13,39%
18	0.171559	2,92%	59,82%	18,90%	1,86%	3,06%	13,44%
19	0.176103	2,94%	59,66%	18,97%	1,86%	3,08%	13,49%
20	0.180533	2,95%	59,51%	19,03%	1,87%	3,10%	13,54%

Sumber: Hasil olah data, 2025

Berdasarkan tabel 4.10, pada periode ke-1, fluktuasi ET sepenuhnya (100%) ditentukan oleh guncangan internalnya sendiri, mencerminkan bahwa konsumsi energi terbarukan di awal periode masih bersifat otonom. Namun, dalam jangka panjang (periode ke-20) dominasi internal ET menurun menjadi 59,51%, sementara kontribusi LFPR meningkat menjadi 13,54% dan ENT sebesar 19,03%. Hal ini mengindikasikan bahwa dalam jangka panjang, konsumsi energi terbarukan semakin terkait dengan kondisi pasar tenaga kerja dan struktur energi konvensional yang mencerminkan bahwa proses restrukturisasi energi bersifat struktural dan membutuhkan waktu (Stern, 2015).

Tabel 4.11
Hasil Variance Decomposition Variabel ENT

Period	S.E.	LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR
1	0.037385	0,00%	0,32%	99,68%	0,00%	0,00%	0,00%
2	0.059851	0,03%	1,37%	95,88%	2,26%	0,01%	0,45%
3	0.075357	0,11%	1,95%	94,54%	2,12%	0,32%	0,95%
4	0.086184	0,11%	2,51%	93,71%	2,03%	0,51%	1,12%
5	0.094641	0,09%	2,64%	93,32%	2,12%	0,59%	1,23%
6	0.102331	0,08%	2,67%	93,10%	2,17%	0,63%	1,35%
7	0.109730	0,08%	2,74%	92,92%	2,17%	0,66%	1,43%
8	0.116741	0,08%	2,80%	92,78%	2,17%	0,68%	1,49%
9	0.123347	0,08%	2,85%	92,66%	2,17%	0,71%	1,54%
10	0.129601	0,07%	2,88%	92,56%	2,18%	0,72%	1,58%
11	0.135556	0,07%	2,91%	92,48%	2,18%	0,74%	1,61%
12	0.141259	0,07%	2,94%	92,42%	2,18%	0,75%	1,64%
13	0.146743	0,07%	2,96%	92,36%	2,18%	0,76%	1,66%
14	0.152031	0,07%	2,98%	92,31%	2,18%	0,77%	1,68%
15	0.157141	0,07%	3,00%	92,27%	2,18%	0,78%	1,70%
16	0.162090	0,07%	3,01%	92,23%	2,18%	0,79%	1,72%
17	0.166892	0,07%	3,02%	92,20%	2,18%	0,79%	1,73%
18	0.171559	0,07%	3,03%	92,17%	2,19%	0,80%	1,74%
19	0.176103	0,07%	3,04%	92,15%	2,19%	0,80%	1,75%
20	0.180533	0,07%	3,05%	92,12%	2,19%	0,81%	1,76%

Sumber: Hasil olah data, 2025

Berdasarkan tabel 4.11 Konsumsi energi tidak terbarukan menunjukkan tingkat dominasi internal yang sangat tinggi sepanjang horizon waktu. Pada periode ke-1, kontribusi *shock* internal ENT mencapai 99,68%, dan meskipun sedikit menurun, pada periode ke-20 masih sebesar 92,12%. Ini mengonfirmasi bahwa konsumsi energi fosil di Indonesia bersifat sangat inersial dan struktural yang artinya sulit berubah secara cepat karena bergantung pada infrastruktur, kebijakan, dan pola produksi yang telah lama terbentuk. Kontribusi variabel lain, terutama ET (3,05%) dan LFPR (1,76%), meningkat secara gradual namun tetap kecil, menunjukkan bahwa substitusi energi fosil menuju energi terbarukan masih berlangsung sangat lambat (Apergis & Payne, 2011).

Tabel 12 menunjukkan pada periode ke-1, fluktuasi FDI didominasi oleh *shock* internal sebesar 88,30%, sementara ET memberikan kontribusi sebesar 11,51%. Dalam jangka panjang, dominasi internal FDI justru meningkat menjadi 85,53%, yang menunjukkan bahwa arus investasi asing sangat ditentukan oleh faktor internal seperti iklim investasi dan kondisi domestik. Menariknya, kontribusi GDP (4,73%) dan ET (7,01%) pada periode ke-20 mencerminkan bahwa prospek pertumbuhan ekonomi dan perkembangan sektor energi terbarukan mulai menjadi sinyal bagi investor asing — konsisten dengan pandangan bahwa stabilitas makroekonomi dan agenda reformasi energi menjadi penentu daya tarik investasi (Dunning, 1994; Borensztein et al., 1995).

Tabel 4.12
Hasil *Variance Decomposition* Variabel FDI

Period	S.E.	LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR
1	0.037385	0,00%	11,51%	0,18%	88,30%	0,00%	0,00%
2	0.059851	0,09%	14,77%	0,43%	82,10%	2,60%	0,01%
3	0.075357	1,43%	14,79%	0,36%	79,96%	3,04%	0,41%
4	0.086184	2,91%	12,03%	0,48%	81,44%	2,50%	0,64%
5	0.094641	3,59%	10,25%	0,55%	82,86%	2,08%	0,67%
6	0.102331	3,86%	9,45%	0,59%	83,55%	1,85%	0,70%
7	0.109730	4,02%	8,97%	0,60%	83,95%	1,71%	0,75%
8	0.116741	4,15%	8,60%	0,61%	84,26%	1,60%	0,78%
9	0.123347	4,26%	8,30%	0,62%	84,50%	1,53%	0,80%
10	0.129601	4,35%	8,07%	0,63%	84,68%	1,46%	0,81%
11	0.135556	4,42%	7,87%	0,64%	84,84%	1,41%	0,83%
12	0.141259	4,48%	7,71%	0,64%	84,97%	1,36%	0,84%
13	0.146743	4,53%	7,57%	0,65%	85,08%	1,33%	0,85%
14	0.152031	4,57%	7,46%	0,65%	85,17%	1,30%	0,86%
15	0.157141	4,60%	7,36%	0,65%	85,25%	1,27%	0,86%
16	0.162090	4,64%	7,27%	0,66%	85,32%	1,25%	0,87%
17	0.166892	4,66%	7,20%	0,66%	85,38%	1,22%	0,88%
18	0.171559	4,69%	7,13%	0,66%	85,43%	1,21%	0,88%
19	0.176103	4,71%	7,07%	0,66%	85,48%	1,19%	0,89%
20	0.180533	4,73%	7,01%	0,67%	85,53%	1,18%	0,89%

Sumber: Hasil olah data, 2025

Selanjutnya di tabel 13 pada periode ke-1, fluktuasi GCF didominasi oleh shock internalnya sendiri (68,18%), disusul ET (13,16%), ENT (10,42%), dan FDI (8,24%). Dalam jangka panjang (periode ke-20), dominasi internal GCF menurun menjadi 53,72%, sementara peran FDI meningkat signifikan menjadi 25,79% dan GDP sebesar 13,31%. Temuan ini menunjukkan bahwa pembentukan modal domestik semakin terkait erat dengan arus investasi asing dan kondisi pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan yang mengindikasikan adanya efek komplementaritas antara FDI dan investasi domestik dalam mendukung kapasitas produksi jangka panjang (Mankiw, 2016; Romer, 1990).

Tabel 4.13
Hasil *Variance Decomposition* Variabel GCF

Period	S.E.	LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR
1	0.037385	0,00%	13,16%	10,42%	8,24%	68,18%	0,00%
2	0.059851	3,32%	6,79%	7,86%	15,65%	64,74%	1,63%
3	0.075357	7,29%	4,60%	6,02%	18,39%	61,97%	1,73%
4	0.086184	10,02%	3,43%	5,00%	21,46%	58,30%	1,79%
5	0.094641	11,15%	2,81%	4,58%	23,12%	56,30%	2,04%
6	0.102331	11,59%	2,37%	4,42%	23,67%	55,72%	2,22%
7	0.109730	11,87%	2,05%	4,30%	24,01%	55,45%	2,32%
8	0.116741	12,13%	1,80%	4,20%	24,33%	55,15%	2,39%
9	0.123347	12,34%	1,61%	4,11%	24,60%	54,89%	2,45%
10	0.129601	12,52%	1,45%	4,04%	24,82%	54,67%	2,49%
11	0.135556	12,67%	1,32%	3,98%	24,996%	54,50%	2,53%
12	0.141259	12,79%	1,22%	3,94%	25,14%	54,35%	2,57%
13	0.146743	12,89%	1,12%	3,90%	25,27%	54,23%	2,59%
14	0.152031	12,97%	1,05%	3,86%	25,37%	54,13%	2,62%
15	0.157141	13,05%	0,98%	3,83%	25,46%	54,04%	2,64%
16	0.162090	13,11%	0,92%	3,81%	25,55%	53,96%	2,66%
17	0.166892	13,17%	0,87%	3,79%	25,62%	53,89%	2,67%
18	0.171559	13,22%	0,82%	3,77%	25,68%	53,82%	2,69%
19	0.176103	13,27%	0,78%	3,75%	25,74%	53,77%	2,70%
20	0.180533	13,31%	0,74%	3,73%	25,79%	53,72%	2,71%

Sumber: Hasil olah data, 2025

Berdasarkan tabel 4.14 pada periode ke-1, fluktuasi LFPR didominasi oleh shock internal (72,31%), diikuti FDI (16,64%) dan ET (8,91%). Dalam jangka panjang (periode ke-20), dominasi internal LFPR menurun menjadi 53,03%, sementara FDI menjadi penyumbang eksternal terbesar dengan kontribusi 32,37%, diikuti ET (9,40%). Peran FDI yang besar dalam menjelaskan dinamika LFPR mengindikasikan bahwa masuknya investasi asing membawa dampak langsung terhadap pasar tenaga kerja, baik melalui penciptaan lapangan kerja baru maupun

pergeseran struktur kebutuhan tenaga kerja. Temuan ini sejalan dengan argumen bahwa investasi asing dan pergeseran komposisi energi bersama-sama mendorong transformasi struktural pasar tenaga kerja dalam jangka panjang (Todaro & Smith, 2015).

Tabel 4.14
Hasil *Variance Decomposition* Variabel LFPR

Period	S.E.	LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR
1	0.037385	0,00%	8,91%	0,60%	16,64%	1,54%	72,31%
2	0.059851	0,02%	15,97%	0,31%	28,65%	2,85%	52,20%
3	0.075357	0,06%	12,99%	0,49%	28,28%	2,60%	55,57%
4	0.086184	0,12%	10,81%	0,91%	28,94%	2,34%	56,89%
5	0.094641	0,25%	10,51%	1,20%	30,39%	2,40%	55,24%
6	0.102331	0,29%	10,37%	1,41%	30,96%	2,52%	54,44%
7	0.109730	0,31%	10,14%	1,55%	31,21%	2,59%	54,19%
8	0.116741	0,33%	9,99%	1,64%	31,45%	2,64%	53,95%
9	0.123347	0,34%	9,88%	1,71%	31,63%	2,67%	53,77%
10	0.129601	0,35%	9,78%	1,77%	31,77%	2,69%	53,63%
11	0.135556	0,36%	9,71%	1,82%	31,88%	2,71%	53,52%
12	0.141259	0,37%	9,65%	1,85%	31,98%	2,73%	53,42%
13	0.146743	0,37%	9,60%	1,88%	32,05%	2,74%	53,35%
14	0.152031	0,38%	9,56%	1,91%	32,12%	2,76%	53,28%
15	0.157141	0,38%	9,52%	1,93%	32,18%	2,77%	53,22%
16	0.162090	0,38%	9,49%	1,95%	32,22%	2,77%	53,17%
17	0.166892	0,39%	9,46%	1,97%	32,27%	2,78%	53,13%
18	0.171559	0,39%	9,44%	1,99%	32,31%	2,79%	53,09%
19	0.176103	0,39%	9,42%	2,00%	32,34%	2,79%	53,06%
20	0.180533	0,39%	9,40%	2,01%	32,37%	2,80%	53,03%

Sumber: Hasil olah data, 2025

Secara keseluruhan, hasil *Variance Decomposition* mengungkap dua pola penting. Pertama, pada periode awal masing-masing variabel cenderung lebih

banyak dipengaruhi oleh guncangan internalnya sendiri, namun seiring berjalannya waktu kontribusi variabel lain semakin meningkat yang mencerminkan adanya keterkaitan struktural yang berkembang secara bertahap. Kedua, GCF dan ET konsisten muncul sebagai faktor eksternal yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi, sementara FDI menjadi penyumbang utama terhadap dinamika pasar tenaga kerja dan pembentukan modal domestik. Temuan ini memperkuat argumen bahwa hubungan antarvariabel dalam model bersifat dinamis dan tidak bersifat instan, sehingga kebijakan energi, investasi, dan tenaga kerja perlu dirancang dengan orientasi jangka panjang untuk mendukung pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan (Gujarati & Porter, 2009; Wooldridge, 2013).

4.3 Interpretasi Hasil

4.3.1 Hubungan Pertumbuhan Ekonomi dan Konsumsi Energi Terbarukan

Hasil penelitian ini mengungkap gambaran yang kontras namun selaras tentang peran energi terbarukan, yaitu lemah dalam jangka pendek, tetapi paling kuat di antara semua variabel dalam jangka panjang. Dalam jangka pendek, koefisien ET sebesar 0,0057 dengan t-statistik 1,037 tidak signifikan. Uji Granger juga tidak menemukan kausalitas dari ET ke GDP (prob. 0,6583). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan tahunan dalam proporsi energi terbarukan belum mampu secara langsung menggerakkan output ekonomi nasional dalam periode yang sama.

Energi terbarukan membutuhkan investasi infrastruktur yang besar dan waktu pembangunan yang panjang, contohnya sebuah PLTS baru beroperasi 1–3 tahun setelah investasi, sementara PLTA bisa memakan 5–10 tahun. Selain itu,

dengan kontribusi hanya 14–21% dalam bauran energi, fluktuasi tahunan ET belum cukup besar untuk menggerakkan output nasional secara terukur.

Temuan ini sejalan dengan *conservation hypothesis* dari Yu dan Choi (1985), yang menyatakan bahwa dalam jangka pendek pertumbuhan ekonomi yang mendorong konsumsi energi dan bukan sebaliknya. Justru sebaliknya, uji Granger menemukan bahwa GDP memengaruhi ET secara satu arah (prob. 0,0070). Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi mendorong peningkatan konsumsi energi terbarukan ketika ekonomi tumbuh, akan lebih banyak sumber daya dapat dialokasikan untuk mengembangkan infrastruktur energi bersih. Temuan ini mencerminkan bahwa saat ini pertumbuhan ekonomi menjadi pendorong awal perubahan struktur energi di Indonesia, bukan sebaliknya.

Dalam jangka panjang, koefisien kointegrasi ET sebesar +0,028990 dengan t-statistik 18,756 adalah yang tertinggi dan paling signifikan di antara semua variabel. Ini berarti peningkatan 1 poin persentase proporsi energi terbarukan dalam bauran energi nasional dikaitkan dengan peningkatan GDP jangka panjang sebesar 0,029%. Dengan kata lain, investasi dalam pengembangan energi berkelanjutan bukan hanya baik untuk lingkungan, namun secara ekonomi ia juga memberikan return pertumbuhan yang nyata dalam keseimbangan jangka panjang.

Temuan ini sejalan dengan *growth hypothesis* yang menyatakan bahwa energi mendorong pertumbuhan (Stern, 2015), dan konsisten dengan temuan Nurdin dan Fuady (2021) yang menemukan dampak positif energi terbarukan terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam jangka panjang, serta Rahman dan

Velayutham (2020) yang menemukan elastisitas jangka panjang energi terbarukan (0,66) jauh lebih besar dari energi tidak terbarukan (0,10) di Asia Selatan.

Secara teoritis, signifikansi ET dalam jangka panjang ini sejalan dengan kerangka fungsi produksi yang diperluas sebagaimana dirumuskan oleh Stern (2015) dalam $Y = Af(K, L, Z)$, di mana Z mencakup energi sebagai faktor produksi independen dan bukan sekadar input pendukung. Dengan kata lain, energi terbarukan berfungsi setara dengan modal (K) dan tenaga kerja (L) dalam menentukan kapasitas output jangka panjang suatu perekonomian.

Lebih jauh lagi, keunggulan ET dibanding ENT dalam jangka panjang dapat dijelaskan melalui teori pertumbuhan endogen Romer (1990) dimana berbeda dengan bahan bakar fosil yang bersifat *depleting* dan memiliki *diminishing returns*, energi terbarukan yang berbasis teknologi seperti panel surya dan turbin angin memungkinkan terjadinya *knowledge spillover* dan inovasi berkelanjutan yang mendorong peningkatan efisiensi produksi secara kumulatif. Inilah yang membuat dampak ET terhadap pertumbuhan semakin menguat seiring berjalannya waktu.

Lebih signifikan lagi, koefisien ET (0,028990) hampir tiga kali lebih besar dari koefisien ENT (0,008965). Ini adalah bukti empiris bahwa dalam perspektif jangka panjang, setiap poin persentase energi terbarukan memberikan *return* ekonomi yang jauh lebih besar dibandingkan energi fosil. Apabila Indonesia berhasil menggeser 10 poin persentase dari ENT ke ET, dampak bersih terhadap GDP jangka panjang adalah +0,200% atau setara dengan sekitar USD 2,5 miliar berdasarkan GDP 2024.

Variance Decomposition memperkuat temuan ini dimana *shock* ET berkontribusi 38,12% terhadap variabilitas GDP pada periode pertama dan stabil di sekitar 23,90% pada periode ke-20, menempatkan ET sebagai faktor kedua terpenting setelah GCF. Berdasarkan temuan ini, kebijakan yang paling mendesak adalah memperbaiki ekosistem investasi energi terbarukan melalui tarif *feed-in* yang kompetitif, kepastian regulasi, dan percepatan pembangunan *Smart Grid*. Ini bukan pengorbanan ekonomi, melainkan ini adalah investasi strategis dalam pertumbuhan jangka panjang.

4.3.2 Hubungan Pertumbuhan Ekonomi dan Konsumsi Energi Tidak Terbarukan

Energi tidak terbarukan telah menjadi tulang punggung aktivitas ekonomi Indonesia selama lebih dari setengah abad. Hasil penelitian ini mengkonfirmasi kontribusi positifnya dalam jangka panjang, sekaligus mengungkap batasannya yang semakin jelas. Dalam jangka pendek, koefisien ENT sebesar 0,0016 dengan t-statistik 0,511 tidak signifikan. Uji Granger juga tidak menemukan kausalitas dua arah antara ENT dan GDP (ENT→GDP: 0,527; GDP→ENT: 0,268).

Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi energi fosil bersifat inersia, yaitu sudah terkunci dalam infrastruktur yang ada dan tidak berfluktuasi tajam dari tahun ke tahun, sehingga perubahan marginal tahunan tidak cukup untuk menggerakkan output secara terukur. Dalam jangka panjang, ENT berpengaruh positif dan signifikan terhadap GDP dengan koefisien +0,008965 dan t-statistik 5,277. Ini berarti dalam keseimbangan 25–30 tahun, peningkatan proporsi energi fosil dalam bauran energi dikaitkan dengan peningkatan GDP sebesar 0,009% per poin

persentase. Hal ini mencerminkan realitas historis: selama 34 tahun terakhir, ekspansi industri dan transportasi yang mendorong pertumbuhan memang berjalan seiring peningkatan konsumsi fosil.

Temuan ini sejalan dengan Apergis dan Payne (2011) yang menemukan bahwa energi tidak terbarukan berkontribusi positif terhadap pertumbuhan di negara berkembang, dan mendukung *growth hypothesis* untuk ENT (Stern, 2015). Dari perspektif teoritis, kontribusi positif ENT dalam jangka panjang ini dapat dipahami melalui fungsi produksi agregat Solow (1956) yang diperluas oleh Stern (2015), dimana energi yang termasuk energi fosil berperan sebagai faktor produksi yang secara langsung mendorong kapasitas output. Ketika pasokan energi stabil dan terjangkau, mesin-mesin industri dapat beroperasi penuh, distribusi barang berjalan lancar, dan produktivitas tenaga kerja meningkat (Stern, 2015; Apergis & Payne, 2011).

Hal ini konsisten dengan apa yang didokumentasikan Kraft dan Kraft (1978) sebagai *growth hypothesis*, dimana energi adalah input produksi yang bukan sekadar pendukung, tetapi penentu langsung besarnya output ekonomi. Namun demikian, pola ini tidak berarti bahwa dependensi terhadap fosil harus dipertahankan. Sebagaimana diperingatkan Grossman dan Krueger (1995), ketergantungan berlebihan pada energi fosil dalam jangka sangat panjang akan menciptakan eksternalitas negatif, mulai dari degradasi lingkungan hingga volatilitas harga komoditas global. Yang nantinya secara kumulatif akan membebani produktivitas dan menekan pertumbuhan ekonomi itu sendiri.

Namun, poin terpenting adalah perbandingan koefisien, dimana koefisien ENT (0,008965) hanya sepertiga dari koefisien ET (0,028990). Ini menunjukkan bahwa setiap poin persentase yang dialihkan dari ENT ke ET akan secara bersih meningkatkan GDP jangka panjang. Dengan kata lain, argumen ekonomi justru mendukung modernisasi sektor energi, bukan menentangnya.

Variance Decomposition ENT menunjukkan bahwa fluktuasi konsumsi fosil hampir sepenuhnya ditentukan oleh dirinya sendiri (92–99%), mencerminkan inerti struktural yang tinggi dimana perubahan hanya dapat terjadi melalui intervensi kebijakan yang tegas. Oleh karena itu, kebijakan yang direkomendasikan adalah menetapkan jadwal pensiun pembangkit batu bara tua secara bertahap dan mengembangkan gas alam sebagai *bridging fuel* selama masa transisi.

4.3.3 Hubungan Pertumbuhan Ekonomi dan *Foreign Direct Investment* (FDI)

Hasil penelitian memberikan bukti empiris yang jelas mengenai peran FDI yang tidak berpengaruh dalam jangka pendek, tetapi berkontribusi positif dan signifikan dalam jangka panjang melalui mekanisme yang bekerja secara gradual. Dalam jangka pendek, koefisien FDI sebesar 0,0081 dengan t-statistik 1,003 tidak signifikan. Uji Granger tidak menemukan kausalitas jangka pendek dua arah (FDI→GDP: 0,935; GDP→FDI: 0,407).

Hal ini menunjukkan bahwa arus masuk investasi asing tidak langsung mendorong pertumbuhan dalam tahun yang sama. Ini masuk akal karena proses realisasi FDI melibatkan konstruksi fasilitas, perekrutan, pelatihan tenaga kerja, dan integrasi rantai pasokan. Dimana ini adalah sebuah proses yang memakan 2–5 tahun bergantung sektor.

Dalam jangka panjang, FDI berpengaruh positif dan signifikan dengan koefisien +0,021549 dan t-statistik 2,574. Ini berarti setiap kenaikan 1 poin persentase FDI terhadap PDB dikaitkan dengan peningkatan GDP jangka panjang sebesar 0,022%. Temuan ini menunjukkan bahwa manfaat FDI bagi Indonesia bersifat nyata dan terukur dalam perspektif jangka panjang, bekerja melalui tiga jalur yaitu akumulasi modal yang memperluas kapasitas produksi, *technology spillover* di mana perusahaan lokal belajar dari multinasional, dan integrasi rantai nilai global.

Temuan ini sejalan dengan Borensztein et al. (1995) yang menemukan FDI berkontribusi lebih besar dari investasi domestik di negara berkembang, dan konsisten dengan kerangka OLI Dunning (1994) yang menjelaskan mengapa *location advantage* Indonesia menarik investor asing. Signifikansi FDI dalam jangka panjang ini memperoleh landasan teoritis yang kuat dari teori pertumbuhan endogen. Romer (1990) menjelaskan bahwa kemajuan teknologi yang menjadi motor pertumbuhan berkelanjutan bukanlah sesuatu yang jatuh dari langit, melainkan lahir dari investasi yang disengaja dalam pengetahuan dan inovasi.

FDI berperan sebagai katalis dalam proses ini dimana ketika perusahaan multinasional beroperasi di Indonesia, mereka tidak hanya membawa modal fisik, tetapi juga mentransfer teknologi, praktik manajerial, dan standar produksi yang kemudian diserap oleh ekosistem bisnis lokal melalui *mekanisme knowledge spillover* (Romer, 1990; Borensztein et al., 1995). Namun poin krusial yang ditekankan Borensztein et al. (1995) adalah efektivitas penyerapan *spillover* ini sangat bergantung pada kualitas modal manusia yang tersedia. Negara dengan

tenaga kerja yang lebih terdidik mampu mengadaptasi teknologi asing secara lebih cepat dan produktif, sebagaimana Lucas Jr. (1988) tegaskan bahwa *human capital* adalah pra-syarat mutlak bagi pertumbuhan yang berkelanjutan. Di sinilah keterkaitan antara FDI dan LFPR menjadi sangat penting untuk kebijakan yang bersifat komplementer.

Variance Decomposition FDI menunjukkan kontribusi shock FDI terhadap variabilitas GDP meningkat dari 3,82% pada periode pertama menjadi 21,79% pada periode ke-20. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh FDI terhadap variabilitas GDP semakin menguat seiring waktu, ini konsisten dengan mekanisme *spillover* yang baru terasa penuh dalam jangka menengah-panjang. Oleh karena itu, kebijakan yang direkomendasikan adalah meningkatkan kualitas FDI ke sektor teknologi tinggi dan energi terbarukan, bukan hanya mengejar besaran kuantitatif. Penguatan konsistensi implementasi OSS dan investasi dalam kualitas SDM sebagai prasyarat memaksimalkan *spillover* FDI juga sangat diperlukan.

4.3.4 Hubungan Pertumbuhan Ekonomi dan *Gross Capital Formation* (GCF)

Hasil terkait GCF adalah yang paling mengejutkan sekaligus paling penting untuk diinterpretasikan secara hati-hati. Koefisien negatif jangka panjang GCF bukan berarti investasi merugikan pertumbuhan, melainkan merupakan peringatan keras tentang kualitas dan efisiensi investasi di Indonesia. Dalam jangka pendek, koefisien GCF sebesar 0,0716 dengan t-statistik 1,229 tidak signifikan. Uji Granger tidak menemukan kausalitas jangka pendek (GCF→GDP: 0,208; GDP→GCF: 0,616). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan investasi domestik dalam satu tahun belum langsung mendorong pertumbuhan pada tahun yang sama, investasi

fisik memiliki *gestation period* sebelum kapasitas produksinya beroperasi penuh (Mankiw, 2016).

Dalam jangka panjang, GCF berpengaruh negatif dan signifikan terhadap GDP dengan koefisien $-0,168153$ dan t-statistik $-6,628$. Temuan ini menunjukkan bahwa akumulasi GCF selama 34 tahun tidak menghasilkan pertumbuhan yang proporsional dan bahkan berhubungan negatif dalam keseimbangan jangka panjangnya. Ada lima penjelasan yang saling melengkapi yang pertama, pada penelitian Barro dan Sala-i-Martin (2004) dan Pritchett (2000) menunjukkan bahwa di negara berkembang, pengeluaran investasi hanya menciptakan 20–50 sen nilai modal produktif per satu dolar yang dibelanjakan, akibat inefisiensi, korupsi, dan salah alokasi.

Kedua, Mankiw (2016) dan Aschauer (1989) mendokumentasikan *crowding out effect*, dimana investasi pemerintah yang masif menggeser investasi swasta yang lebih produktif melalui peningkatan suku bunga dan pengurangan kredit. Ketiga, Devarajan, Swaroop, dan Zou (1996) pada 43 negara berkembang menemukan bahwa belanja modal pemerintah berkorelasi negatif dengan pertumbuhan karena pemerintah terlalu menekankan infrastruktur fisik besar yang kurang produktif sambil mengabaikan pendidikan dan kesehatan.

Keempat, Todaro dan Smith (2015) menegaskan bahwa akumulasi modal fisik tidak menghasilkan pertumbuhan tanpa institusi yang mendukung, sementara Indonesia menghadapi masalah korupsi dan ketidakpastian regulasi yang menghambat efisiensi investasi. Kelima, Halilbegović et al. (2023) mengonfirmasi

bahwa kontribusi kapital dapat negatif pada negara dengan efisiensi investasi rendah.

Temuan ini sesungguhnya tidak bertentangan dengan model Solow (1956), tetapi justru memperdalam pemahamannya. Model Solow memang memprediksi bahwa akumulasi modal mendorong pertumbuhan, namun dengan asumsi penting bahwa modal tersebut terserap secara produktif ke dalam fungsi produksi. Solow sendiri, sebagaimana dijelaskan Mankiw (2016), mengakui adanya *diminishing returns* terhadap modal dimana semakin banyak modal yang terakumulasi tanpa diimbangi peningkatan teknologi dan kualitas tenaga kerja, maka tambahan output yang dihasilkan akan semakin kecil.

Dalam kasus Indonesia, masalahnya bahkan lebih mendasar dari sekadar *diminishing returns* namun investasi yang terakumulasi selama 34 tahun tidak sepenuhnya berubah menjadi modal produktif. Konsep ini dikenal dalam literatur sebagai "*lumpiness of investment*" atau inefisiensi konversi belanja modal menjadi kapasitas produksi nyata, yang diakibatkan oleh tata kelola yang lemah, korupsi dalam pengadaan infrastruktur, dan salah alokasi sektoral (Pritchett, 2000; Todaro & Smith, 2015). Dengan kata lain, yang perlu dibenahi bukan besarnya GCF, melainkan kualitas institusi dan mekanisme alokasi yang memastikan setiap rupiah investasi benar-benar menghasilkan kapital produktif.

Variance Decomposition menunjukkan kontribusi GCF terhadap variabilitas GDP adalah yang terbesar (37–50%). Ini berarti investasi adalah penggerak utama volatilitas pertumbuhan GDP Indonesia dari tahun ke tahun, meskipun akumulasinya dalam jangka panjang berdampak negatif karena

inefisiensi. Hal ini mengindikasikan bahwa meningkatkan kualitas dan efisiensi investasi adalah prioritas utama bukan sekadar mengejar angka GCF yang tinggi. Oleh karena itu, kebijakan yang direkomendasikan adalah menerapkan Analisis Manfaat-Biaya yang ketat untuk setiap proyek infrastruktur besar, mendorong porsi investasi swasta yang terbukti lebih produktif, dan memprioritaskan investasi dalam pendidikan dan kesehatan yang memiliki return sosial tinggi.

4.3.5 Hubungan Pertumbuhan Ekonomi dan *Labor Force Participation Rate* (LFPR)

Tenaga kerja adalah fondasi paling mendasar dari setiap sistem ekonomi. Hasil penelitian ini mengonfirmasi peran fundamental LFPR dalam pertumbuhan jangka panjang Indonesia, sekaligus menunjukkan bahwa efeknya membutuhkan waktu untuk terakumulasi. Dalam jangka pendek, koefisien LFPR sebesar 0,0161 dengan t-statistik 1,468 tidak signifikan. Uji Granger tidak menemukan kausalitas jangka pendek dua arah (LFPR→GDP: 0,317; GDP→LFPR: 0,297). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan tahunan dalam tingkat partisipasi angkatan kerja yang biasanya hanya bergerak 0,2–0,5 poin persentase belum cukup besar untuk menggerakkan output nasional secara terukur. Selain itu, penambahan tenaga kerja baru tidak langsung produktif: proses pencarian kerja, pelatihan, dan peningkatan keterampilan membutuhkan waktu (Todaro & Smith, 2015).

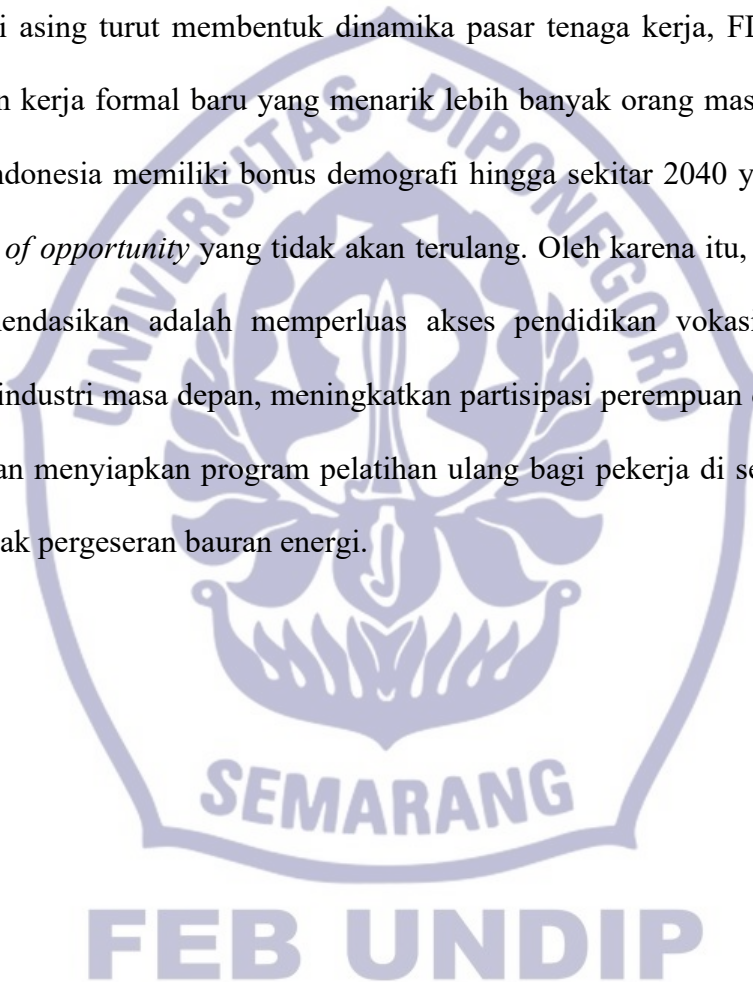
Dalam jangka panjang, LFPR berpengaruh positif dan sangat signifikan terhadap GDP dengan koefisien +0,051629 dan t-statistik 5,862. Ini adalah koefisien terbesar kedua setelah ET dalam sistem. Temuan ini menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1 poin persentase tingkat partisipasi angkatan kerja dikaitkan

dengan peningkatan GDP jangka panjang sebesar 0,052%. Dengan total angkatan kerja sekitar 147 juta jiwa, setiap 1% peningkatan LFPR setara dengan 1,47 juta orang tambahan yang secara produktif berkontribusi pada output ekonomi. Hal ini sejalan dengan teori pertumbuhan endogen Romer (1990) dan Lucas Jr. (1988) yang menyatakan akumulasi *human capital* adalah penentu utama pertumbuhan berkelanjutan, serta konsisten dengan temuan Nurdin dan Fuady (2021) dan Apergis dan Payne (2011) yang menemukan kontribusi positif tenaga kerja terhadap pertumbuhan jangka panjang.

Koefisien LFPR yang besar ini sejalan dengan kerangka fungsi produksi Cobb-Douglas yang menjadi landasan penelitian ini, dimana tenaga kerja (L) adalah salah satu penentu utama output nasional (Mankiw, 2016). Namun yang membedakan hasil ini dari prediksi model neoklasik sederhana adalah implikasi kualitatifnya dimana bukan sekadar jumlah tenaga kerja yang bertambah, melainkan akumulasi *human capital* yang menggerakkan koefisien ini menjadi besar dan signifikan.

Lucas Jr. (1988) menjelaskan bahwa tenaga kerja yang terdidik dan terlatih berfungsi seperti teknologi akan terus berkembang dan memiliki efek *spillover* yang menguntungkan produktivitas secara agregat. Dalam konteks ini, setiap tambahan partisipan angkatan kerja yang memiliki keterampilan relevan tidak hanya menambah satu unit L dalam fungsi produksi, tetapi juga meningkatkan nilai *A* (*total factor productivity*) secara keseluruhan. Inilah yang membuat LFPR memiliki dampak jangka panjang yang jauh melampaui kontribusi jangka pendeknya.

Variance Decomposition memberikan insight tambahan dimana fluktuasi LFPR sebagian besar ditentukan oleh dirinya sendiri (~53%), tetapi FDI memberikan kontribusi yang meningkat dari 16,6% di periode pertama menjadi 32,4% pada periode ke-20. Ini menunjukkan bahwa dalam jangka panjang, arus investasi asing turut membentuk dinamika pasar tenaga kerja, FDI menciptakan lapangan kerja formal baru yang menarik lebih banyak orang masuk ke angkatan kerja. Indonesia memiliki bonus demografi hingga sekitar 2040 yang merupakan *window of opportunity* yang tidak akan terulang. Oleh karena itu, kebijakan yang direkomendasikan adalah memperluas akses pendidikan vokasi yang relevan dengan industri masa depan, meningkatkan partisipasi perempuan dalam angkatan kerja, dan menyiapkan program pelatihan ulang bagi pekerja di sektor fosil yang terdampak pergeseran bauran energi.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis VECM, uji kausalitas Granger, IRF, dan *Variance Decomposition* terhadap data periode 1990–2024, diperoleh tiga kesimpulan utama yang menjawab rumusan masalah penelitian. Pertama, konsumsi energi terbarukan (ET) dan energi tidak terbarukan (ENT) tidak berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam jangka pendek, namun keduanya berpengaruh positif dan signifikan dalam jangka panjang. Koefisien jangka panjang ET (0,028990) tercatat hampir tiga kali lebih besar dibandingkan ENT (0,008965), menjadikan energi terbarukan sebagai variabel dengan pengaruh paling dominan dalam sistem dan memberikan bukti empiris bahwa modernisasi bauran energi Indonesia merupakan keputusan ekonomi yang rasional, bukan semata agenda lingkungan. Uji kausalitas Granger menemukan hubungan satu arah dari GDP ke ET (prob. 0,0070), mendukung *conservation hypothesis* yang mengindikasikan bahwa pada periode ini pertumbuhan ekonomilah yang mendorong peningkatan konsumsi energi terbarukan, mencerminkan bahwa Indonesia masih berada pada fase awal pembangunan ekosistem energi bersihnya.

Kedua, FDI dan LFPR berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dalam jangka panjang, sementara GCF menunjukkan pengaruh negatif signifikan. LFPR mencatat koefisien tertinggi kedua (0,051629), mengonfirmasi peran sentral akumulasi human capital sebagai penentu kapasitas output jangka panjang, sejalan dengan kerangka pertumbuhan endogen Romer (1990) dan Lucas Jr. (1988). FDI berkontribusi positif (0,021549) melalui

mekanisme akumulasi modal dan *technology spillover* (Borensztein et al., 1995; Dunning, 1994). Adapun koefisien negatif GCF ($-0,168153$) bukan mengindikasikan bahwa investasi merugikan pertumbuhan, melainkan mencerminkan inefisiensi konversi belanja modal menjadi kapasitas produksi nyata akibat tata kelola yang lemah dan salah alokasi sektoral, konsisten dengan temuan Pritchett (2000), Devarajan et al. (1996), dan Halilbegović et al. (2023).

Ketiga, *Variance Decomposition* mengungkap bahwa GCF merupakan penggerak utama volatilitas GDP dengan kontribusi 37,87–49,93%, sementara ET adalah kontributor terbesar kedua yang bergerak dari 38,12% pada periode pertama menjadi stabil di 23,90% pada periode ke-20, menegaskan peran energi terbarukan sebagai anchor pertumbuhan jangka panjang. Kontribusi FDI meningkat dari 3,82% menjadi 21,79% seiring waktu, konsisten dengan mekanisme spillover yang baru terasa penuh dalam jangka menengah-panjang (Borensztein et al., 1995). IRF mengonfirmasi bahwa respons pertumbuhan ekonomi terhadap guncangan seluruh variabel bersifat bertahap dan tidak instan, mencerminkan bahwa pertumbuhan ekonomi Indonesia lebih ditentukan oleh faktor struktural jangka panjang daripada fluktuasi tahunan.

5.2 Keterbatasan

Terdapat beberapa keterbatasan dalam penelitian ini yang perlu dipertimbangkan dalam menginterpretasikan hasil analisis. Pertama, ketersediaan data variabel konsumsi energi dan LFPR yang baru tersedia secara konsisten sejak 1990 membatasi cakupan periode penelitian, sehingga dinamika sebelum periode tersebut tidak dapat ditangkap. Kedua, penelitian ini menggunakan data

makroekonomi agregat pada tingkat nasional sehingga belum mampu menangkap heterogenitas struktur ekonomi dan bauran energi antar wilayah di Indonesia yang sangat beragam. Ketiga, variabel energi yang digunakan masih bersifat agregat antara terbarukan dan tidak terbarukan tanpa disagregasi per jenis sumber energi, serta model belum memasukkan faktor kualitas institusi, inovasi teknologi, dan stabilitas makroekonomi yang berpotensi memoderasi hubungan antarvariabel.

5.3 Saran

Merujuk pada temuan penelitian, beberapa rekomendasi kebijakan dan agenda penelitian ke depan dapat dirumuskan sebagai berikut. Pertama, pemerintah perlu memperkuat ekosistem investasi energi terbarukan melalui tarif feed-in yang kompetitif, kepastian regulasi jangka panjang, dan percepatan pembangunan infrastruktur grid. Bukti empiris penelitian ini menunjukkan bahwa setiap pergeseran bauran energi menuju sumber terbarukan menghasilkan return pertumbuhan yang secara statistik lebih besar dibandingkan ketergantungan pada energi fosil (ET: 0,028990 vs. ENT: 0,008965), sehingga percepatan pengembangan energi terbarukan merupakan investasi strategis yang didukung bukti ekonometrika (Stern, 2015; Apergis & Payne, 2011).

Kedua, pemerintah perlu menggeser prioritas kebijakan investasi dari orientasi kuantitatif menuju kualitas dan efisiensi alokasi. Koefisien negatif GCF mengirimkan sinyal bahwa persoalan utama Indonesia bukan pada besarnya investasi, melainkan pada mekanisme konversi belanja modal menjadi kapasitas produksi nyata. Penerapan analisis manfaat-biaya yang ketat pada setiap proyek infrastruktur besar, penguatan tata kelola pengadaan, dan peningkatan porsi

investasi swasta yang terbukti lebih efisien menjadi langkah yang mendesak (Pritchett, 2000; Todaro & Smith, 2015).

Ketiga, Indonesia perlu memaksimalkan window of opportunity bonus demografi yang terbuka hingga sekitar 2040 melalui perluasan akses pendidikan vokasi yang relevan dengan industri masa depan, peningkatan partisipasi perempuan dalam angkatan kerja, dan program pelatihan ulang bagi pekerja di sektor fosil. Mengingat LFPR adalah variabel dengan koefisien terbesar kedua dalam sistem, investasi dalam kualitas human capital adalah salah satu intervensi paling berdampak bagi pertumbuhan ekonomi Indonesia jangka panjang (Romer, 1990; Lucas Jr., 1988).

Keempat, kebijakan peningkatan kualitas FDI perlu diprioritaskan ke sektor teknologi tinggi, energi terbarukan, dan industri padat pengetahuan, karena manfaat FDI bagi Indonesia bekerja terutama melalui mekanisme technology spillover yang efektivitasnya sangat bergantung pada kesiapan modal manusia lokal untuk menyerap dan mengadaptasi teknologi asing (Borensztein et al., 1995; Dunning, 1994).

Kelima, bagi peneliti berikutnya disarankan untuk memperluas cakupan analisis dengan menambahkan variabel kualitas institusi, inovasi teknologi, dan faktor lingkungan, serta menggunakan data yang lebih rinci secara sektoral maupun regional. Perpanjangan periode VD dan IRF hingga 30 periode juga disarankan agar analisis dinamika jangka panjang lebih konsisten dengan definisi horizon waktu yang digunakan dalam penelitian serupa (Enders, 2015

DAFTAR PUSTAKA

- Apergis, N., & Payne, J. E. (2011). Renewable and non-renewable electricity consumption-growth nexus: Evidence from emerging market economies. *Applied Energy*, 88(12), 5226–5230. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.06.041>
- Aschauer, D. A. (1989). Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, 23(2), 177–200. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(89\)90047-0](https://doi.org/10.1016/0304-3932(89)90047-0)
- Bannerjee, A., Dolado, J., & Mestre, R. (1998). Error-correction mechanism tests for cointegration in a single-equation framework. *Journal of Time Series Analysis*, 19(3), 267–283. <https://doi.org/10.1111/1467-9892.00091>
- Barnett, V., & Lewis, T. (1994). *Outliers in statistical data* (3rd ed.). Wiley.
- Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. (2004). *Economic growth* (2nd ed.). MIT Press.
- Bank Indonesia. (2023). *Laporan perekonomian Indonesia 2022*. <https://www.bi.go.id>
- BKPM. (2024). *Realisasi investasi triwulan IV dan tahun 2023*. Badan Koordinasi Penanaman Modal. <https://www.bkpm.go.id>
- Borensztein, E., De Gregorio, J., & Lee, J.-W. (1998). How does foreign direct investment affect economic growth? *Journal of International Economics*, 45(1), 115–135. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(97\)00033-0](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(97)00033-0)
- BPS. (2022). *Statistik energi Indonesia 2022*. Badan Pusat Statistik.
- Chang, T., Gupta, R., Inglesi-Lotz, R., Simo-Kengne, B., Smithers, D., & Trembling, A. (2015). Renewable energy and growth: Evidence from heterogeneous panel of G7 countries using Granger causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 1405–1412. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.08.022>
- Chaudhry, A., Chandni, & Monika. (2023). Energy consumption and economic growth in India. *Indian Journal of Economics and Development*, 19(2), 386–393. <https://doi.org/10.35716/IJED-22542>
- Chen, C., Pinar, M., & Stengos, T. (2020). Renewable energy consumption and economic growth nexus: Evidence from a threshold model. *Energy Policy*, 139, 111295. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111295>
- Cobb, C. W., & Douglas, P. H. (1928). A theory of production. *The American Economic Review*, 18(1), 139–165.
- Devarajan, S., Swaroop, V., & Zou, H. (1996). The composition of public expenditure and economic growth. *Journal of Monetary Economics*, 37(2), 313–344. [https://doi.org/10.1016/S0304-3932\(96\)90039-2](https://doi.org/10.1016/S0304-3932(96)90039-2)

- Dunning, J. H. (1993). *Multinational enterprises and the global economy*. Addison-Wesley.
- Enders, W. (2015). *Applied econometric time series* (4th ed.). Wiley.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2), 251–276.
<https://doi.org/10.2307/1913236>
- Fouquet, R. (2010). The slow search for solutions: Lessons from historical energy transitions by sector and service. *Energy Policy*, 38(11), 6586–6596.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.06.029>
- Fouquet, R., & Pearson, P. J. G. (2012). Past and prospective energy transitions: Insights from history. *Energy Policy*, 50, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.08.014>
- Franses, P. H., & van Dijk, D. (2000). *Non-linear time series models in empirical finance*. Cambridge University Press.
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37(3), 424–438. <https://doi.org/10.2307/1912791>
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353–377. <https://doi.org/10.2307/2118443>
- Grubbs, F. E. (1969). Procedures for detecting outlying observations in samples. *Technometrics*, 11(1), 1–21. <https://doi.org/10.1080/00401706.1969.10490657>
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage.
- Halilbegović, S., Pekmez, Z., & Rehman, A. (2023). Modeling the nexus of renewable and non-renewable energy consumption and economic progress in Southeastern Europe: A panel data analysis. *Sustainability*, 15(12), 9413.
<https://doi.org/10.3390/su15129413>
- Hill, H. (2000). *The Indonesian economy* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Johansen, S. (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models. *Econometrica*, 59(6), 1551–1580.
<https://doi.org/10.2307/2938278>
- Kahia, M., Aïssa, M. S. B., & Lanouar, C. (2017). Renewable and non-renewable energy use–economic growth nexus: The case of MENA net oil importing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 127–140.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.010>

- Kementerian ESDM. (2023). *Handbook of energy and economic statistics of Indonesia 2023*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the relationship between energy and GNP. *Journal of Energy and Development*, 3(2), 401–403.
- Lucas, R. E., Jr. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3–42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- Mallik, H. (2009). Examining the linkage between energy consumption and economic growth in India. *The Journal of Developing Areas*, 43(1), 249–280. <https://doi.org/10.1353/jda.0.0038>
- Mankiw, N. G. (2016). *Macroeconomics* (9th ed.). Worth Publishers.
- Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407–437. <https://doi.org/10.2307/2118477>
- Matei, I. (2018). Is there a link between renewable energy consumption and economic growth? A dynamic panel investigation for the OECD countries. *Revue d'Economie Politique*, 127(6), 985–1012. <https://doi.org/10.3917/redp.276.0985>
- Nurdin, K., & Fuady, M. S. (2021). Analisis hubungan kausalitas konsumsi energi (terbarukan dan tidak terbarukan) dengan pertumbuhan ekonomi Indonesia. *Jurnalku*, 1(4), 379–389. <https://doi.org/10.54957/jurnalku.v1i4.83>
- Ozturk, I. (2010). A literature survey on energy–growth nexus. *Energy Policy*, 38(1), 340–349. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.024>
- Pritchett, L. (2000). The tyranny of concepts: CUDIE (Cumulated, Depreciated, Investment Effort) is not capital. *Journal of Economic Growth*, 5(4), 361–384. <https://doi.org/10.1023/A:1026551519drop>
- Radmehr, R., Henneberry, S. R., & Shayanmehr, S. (2021). Renewable energy consumption, CO₂ emissions, and economic growth nexus: A simultaneity spatial modeling analysis of EU countries. *Structural Change and Economic Dynamics*, 57, 13–27. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2021.01.006>
- Rahman, M. M., & Velayutham, E. (2020). Renewable and non-renewable energy consumption–economic growth nexus: New evidence from South Asia. *Renewable Energy*, 147, 399–408. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.09.007>
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), S71–S102. <https://doi.org/10.1086/261725>
- Salari, M., Kelly, I., Doytch, N., & Javid, R. J. (2021). Economic growth and renewable

- and non-renewable energy consumption: Evidence from the U.S. states. *Renewable Energy*, 178, 50–65. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.06.016>
- Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 48(1), 1–48. <https://doi.org/10.2307/1912017>
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94. <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Stern, D. I. (2015). The role of energy in economic growth. In A. J. Beall & R. W. Kates (Eds.), *International energy and poverty: The emerging contours* (pp. 11–23). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315762203>
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (1988). Testing for common trends. *Journal of the American Statistical Association*, 83(404), 1097–1107. <https://doi.org/10.1080/01621459.1988.10478707>
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suteu, K., & Kemal, H. M. (2022). Renewable, non-renewable energy consumption and economic growth nexus in G7. *Energy*, 238, 114136. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.114136> (perlu dikonfirmasi DOI-nya)
- Thee Kian Wie. (2002). *The Soeharto era and after: Stability, development and crisis, 1966–2000*. In H. Soesastro, A. L. Smith, & H. M. Ling (Eds.), *Governance in Indonesia: Challenges facing the Megawati presidency*. ISEAS.
- Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2015). *Economic development* (12th ed.). Pearson.
- Tukey, J. W. (1977). *Exploratory data analysis*. Addison-Wesley.
- Wooldridge, J. M. (2013). *Introductory econometrics: A modern approach* (5th ed.). South-Western Cengage Learning.
- World Bank. (2025). *World development indicators*. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Yu, E. S. H., & Choi, J. Y. (1985). The causal relationship between energy and GNP: An international comparison. *Journal of Energy and Development*, 10(2), 249–272.

LAMPIRAN

Lampiran A : Data Set

YEAR	GDP	ET	ENT	FDI	GCF	LFPR
1990	269915108913	59,2	62,24	1,03	34716180155	66,37
1991	288571594912	58,4	63,66	1,27	37166760181	65,95
1992	307321553097	57,5	64,56	1,39	38633196382	66,32
1993	327286415429	56,1	67,76	1,27	44685358407	65,63
1994	351963716551	53,4	66,18	1,19	52308223533	66,80
1995	380895160094	50,7	69,01	2,15	61508394490	66,83
1996	410674256276	49,3	69,90	2,72	71854186056	66,87
1997	429975448805	47,6	70,72	2,17	65388507015	66,34
1998	373533751956	48,9	69,83	-0,25	26180242917	66,93
1999	376488874893	45,8	71,45	-1,33	30994562179	67,22
2000	395012382598	45,6	76,19	-2,76	36710074220	67,76
2001	409404526220	44,3	75,60	-1,86	36163564857	67,13
2002	427825582126	44,7	76,75	0,07	41879334582	65,98
2003	448277224149	43	76,97	-0,25	60098225365	65,67
2004	470829486220	41,5	78,53	0,74	61785619707	65,68
2005	497631790442	41,6	79,41	2,92	71699880267	64,40
2006	525006275303	40,1	79,64	1,35	92601703158	64,21
2007	558318040162	40	79,37	1,6	107709637895	66,23
2008	591893632243	41,1	78,45	1,83	141926445026	66,37
2009	619291626017	38,2	80,58	0,9	167189927755	66,05
2010	657835433774	36	86,43	2,03	248275876113	66,58
2011	698422460479	32,4	80,45	2,3	294539905352	66,91
2012	740537688618	30,1	80,55	2,31	321911605881	67,42
2013	781691320691	30,6	79,70	2,55	308719296469	66,76
2014	820828013231	29,3	81,70	2,82	308224969060	66,62
2015	860854232686	26,6	81,37	2,3	293230988256	66,58
2016	904181621780	27,8	81,40	0,49	315521927322	66,31
2017	950021694164	25,2	81,01	2,02	342371119514	66,69
2018	999178586309	22	79,23	1,81	360319374914	67,65
2019	1049330233997	19,8	79,64	2,23	378033529887	68,24
2020	1027656193885	21,9	76,39	1,81	342534471649	67,40
2021	1065709127397	20,2	77,18	1,79	373143919782	65,87
2022	1122268412650	20,49	80,00	1,87	392370786616	67,02
2023	1178932006500	20,78	86,90	1,57	416048231028	66,97
2024	1238236350137	14,65	85,39	1,73	438387324293	66,97

Lampiran B : Uji Stationer

Null Hypothesis: LNGDP has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)				
	t-Statistic		Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.366919		0.9039	
Test critical values:	1% level	-3.639407		
	5% level	-2.951125		
	10% level	-2.614300		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(LNGDP) Method: Least Squares Date: 02/04/26 Time: 01:30 Sample (adjusted): 1991 2024 Included observations: 34 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNGDP(-1)	-0.005431	0.014802	-0.366919	0.7161
C	0.191818	0.400725	0.478678	0.6354
R-squared	0.004190	Mean dependent var	0.044804	
Adjusted R-squared	-0.026930	S.D. dependent var	0.037294	
S.E. of regression	0.037793	Akaike info criterion	-3.656366	
Sum squared resid	0.045706	Schwarz criterion	-3.566580	
Log likelihood	64.15822	Hannan-Quinn criter.	-3.625746	
F-statistic	0.134630	Durbin-Watson stat	1.495979	
Prob(F-statistic)	0.716095			

Null Hypothesis: D(LNGDP) has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)				
	t-Statistic		Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.357695		0.0016	
Test critical values:	1% level	-3.646342		
	5% level	-2.954021		
	10% level	-2.615817		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(LNGDP,2) Method: Least Squares Date: 02/04/26 Time: 01:31 Sample (adjusted): 1992 2024 Included observations: 33 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LNGDP(-1))	-0.754458	0.173132	-4.357695	0.0001
C	0.033167	0.010075	3.292136	0.0025
R-squared	0.379870	Mean dependent var	-0.000538	
Adjusted R-squared	0.359866	S.D. dependent var	0.046350	
S.E. of regression	0.037084	Akaike info criterion	-3.692571	
Sum squared resid	0.042632	Schwarz criterion	-3.601873	
Log likelihood	62.92742	Hannan-Quinn criter.	-3.662054	
F-statistic	18.98951	Durbin-Watson stat	1.939235	
Prob(F-statistic)	0.000134			

Null Hypothesis: ET has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)				
	t-Statistic		Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.042374		0.9478	
Test critical values:	1% level	-3.639407		
	5% level	-2.951125		
	10% level	-2.614300		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(ET) Method: Least Squares Date: 02/04/26 Time: 01:31 Sample (adjusted): 1991 2024 Included observations: 34 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ET(-1)	-0.001038	0.024495	-0.042374	0.9665
C	-1.270297	0.989231	-1.284126	0.2083
R-squared	0.000056	Mean dependent var	-1.310294	
Adjusted R-squared	-0.031192	S.D. dependent var	1.699657	
S.E. of regression	1.725961	Akaike info criterion	3.986468	
Sum squared resid	95.32615	Schwarz criterion	4.076254	
Log likelihood	-65.76995	Hannan-Quinn criter.	4.017087	
F-statistic	0.001796	Durbin-Watson stat	2.094887	
Prob(F-statistic)	0.966464			

Null Hypothesis: D(ET) has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)				
	t-Statistic		Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.044002		0.0000	
Test critical values:	1% level	-3.646342		
	5% level	-2.954021		
	10% level	-2.615817		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(ET,2) Method: Least Squares Date: 02/04/26 Time: 01:31 Sample (adjusted): 1992 2024 Included observations: 33 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(ET(-1))	-1.227908	0.203161	-6.044002	0.0000
C	-1.591098	0.381113	-4.174877	0.0002
R-squared	0.540944	Mean dependent var	-0.161515	
Adjusted R-squared	0.526136	S.D. dependent var	2.493777	
S.E. of regression	1.716661	Akaike info criterion	3.977331	
Sum squared resid	91.35463	Schwarz criterion	4.068028	
Log likelihood	-63.62596	Hannan-Quinn criter.	4.007848	
F-statistic	36.52996	Durbin-Watson stat	1.849394	
Prob(F-statistic)	0.000001			

Null Hypothesis: ENT has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)				
	t-Statistic	Prob.*		
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.867214	0.3431		
Test critical values:				
1% level	-3.639407			
5% level	-2.951125			
10% level	-2.614300			
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(ENT) Method: Least Squares Date: 02/04/26 Time: 01:32 Sample (adjusted): 1991 2024 Included observations: 34 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ENT(-1)	-0.119889	0.064207	-1.867214	0.0711
C	9.809010	4.905004	1.999796	0.0541
R-squared	0.098248	Mean dependent var	0.680803	
Adjusted R-squared	0.070069	S.D. dependent var	2.417936	
S.E. of regression	2.331687	Akaike info criterion	4.588083	
Sum squared resid	173.9764	Schwarz criterion	4.677869	
Log likelihood	-75.99742	Hannan-Quinn criter.	4.618703	
F-statistic	3.486488	Durbin-Watson stat	2.288657	
Prob(F-statistic)	0.071056			

Null Hypothesis: D(ENT) has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)				
	t-Statistic	Prob.*		
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.612625	0.0000		
Test critical values:				
1% level	-3.646342			
5% level	-2.954021			
10% level	-2.615817			
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(ENT,2) Method: Least Squares Date: 02/04/26 Time: 01:32 Sample (adjusted): 1992 2024 Included observations: 33 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(ENT(-1))	-1.181874	0.178730	-6.612625	0.0000
C	0.794462	0.446998	1.777327	0.0853
R-squared	0.585156	Mean dependent var	-0.088623	
Adjusted R-squared	0.571774	S.D. dependent var	3.744760	
S.E. of regression	2.450534	Akaike info criterion	4.689181	
Sum squared resid	186.1586	Schwarz criterion	4.779878	
Log likelihood	-75.37148	Hannan-Quinn criter.	4.719698	
F-statistic	43.72681	Durbin-Watson stat	2.023623	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: FDI has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)				
	t-Statistic	Prob.*		
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.284552	0.1825		
Test critical values:				
1% level	-3.639407			
5% level	-2.951125			
10% level	-2.614300			
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(FDI) Method: Least Squares Date: 02/04/26 Time: 01:32 Sample (adjusted): 1991 2024 Included observations: 34 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
FDI(-1)	-0.281332	0.123145	-2.284552	0.0291
C	0.384976	0.225943	1.703862	0.0981
R-squared	0.140228	Mean dependent var	0.020493	
Adjusted R-squared	0.113360	S.D. dependent var	0.990731	
S.E. of regression	0.932888	Akaike info criterion	2.755959	
Sum squared resid	27.84895	Schwarz criterion	2.845745	
Log likelihood	-44.85130	Hannan-Quinn criter.	2.786578	
F-statistic	5.219177	Durbin-Watson stat	1.757943	
Prob(F-statistic)	0.029115			

Null Hypothesis: D(FDI) has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)				
	t-Statistic	Prob.*		
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.558009	0.0001		
Test critical values:				
1% level	-3.646342			
5% level	-2.954021			
10% level	-2.615817			
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(FDI,2) Method: Least Squares Date: 02/04/26 Time: 01:33 Sample (adjusted): 1992 2024 Included observations: 33 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(FDI(-1))	-0.997767	0.179519	-5.558009	0.0000
C	0.013774	0.177827	0.077456	0.9388
R-squared	0.499123	Mean dependent var	-0.002560	
Adjusted R-squared	0.482966	S.D. dependent var	1.420480	
S.E. of regression	1.021397	Akaike info criterion	2.938912	
Sum squared resid	32.34083	Schwarz criterion	3.029610	
Log likelihood	-46.49205	Hannan-Quinn criter.	2.969429	
F-statistic	30.89146	Durbin-Watson stat	2.000109	
Prob(F-statistic)	0.000004			

Null Hypothesis: LNGCF has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)				
	t-Statistic		Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.568576		0.8647	
Test critical values:	1% level	-3.639407		
	5% level	-2.951125		
	10% level	-2.614300		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(LNGCF) Method: Least Squares Date: 02/04/26 Time: 01:35 Sample (adjusted): 1991 2024 Included observations: 34 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNGCF(-1)	-0.021365	0.037576	-0.568576	0.5736
C	0.619036	0.958245	0.646010	0.5229
R-squared	0.010001	Mean dependent var		0.074585
Adjusted R-squared	-0.020936	S.D. dependent var		0.207732
S.E. of regression	0.209895	Akaike info criterion		-0.227398
Sum squared resid	1.409787	Schwarz criterion		-0.137612
Log likelihood	5.865761	Hannan-Quinn criter.		-0.196778
F-statistic	0.323278	Durbin-Watson stat		1.674589
Prob(F-statistic)	0.573613			

Null Hypothesis: D(LNGCF) has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)				
	t-Statistic		Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.770810		0.0005	
Test critical values:	1% level	-3.646342		
	5% level	-2.954021		
	10% level	-2.615817		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(LNGCF,2) Method: Least Squares Date: 02/04/26 Time: 01:35 Sample (adjusted): 1992 2024 Included observations: 33 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LNGCF(-1))	-0.846905	0.177518	-4.770810	0.0000
C	0.063256	0.039215	1.613049	0.1169
R-squared	0.423370	Mean dependent var		-0.000482
Adjusted R-squared	0.404769	S.D. dependent var		0.274524
S.E. of regression	0.211799	Akaike info criterion		-0.207667
Sum squared resid	1.390623	Schwarz criterion		-0.116969
Log likelihood	5.426501	Hannan-Quinn criter.		-0.177150
F-statistic	22.76062	Durbin-Watson stat		1.974980
Prob(F-statistic)	0.000041			

Null Hypothesis: LFPR has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)				
	t-Statistic		Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.740964		0.0777	
Test critical values:	1% level	-3.639407		
	5% level	-2.951125		
	10% level	-2.614300		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(LFPR) Method: Least Squares Date: 02/04/26 Time: 01:36 Sample (adjusted): 1991 2024 Included observations: 34 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LFPR(-1)	-0.383780	0.140016	-2.740964	0.0099
C	25.54725	9.314798	2.742652	0.0099
R-squared	0.190138	Mean dependent var		0.017676
Adjusted R-squared	0.164829	S.D. dependent var		0.734416
S.E. of regression	0.671165	Akaike info criterion		2.097420
Sum squared resid	14.41481	Schwarz criterion		2.187206
Log likelihood	-33.65614	Hannan-Quinn criter.		2.128040
F-statistic	7.512883	Durbin-Watson stat		1.744414
Prob(F-statistic)	0.009939			

Null Hypothesis: D(LFPR) has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)				
	t-Statistic		Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.799184		0.0000	
Test critical values:	1% level	-3.646342		
	5% level	-2.954021		
	10% level	-2.615817		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(LFPR,2) Method: Least Squares Date: 02/04/26 Time: 01:36 Sample (adjusted): 1992 2024 Included observations: 33 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LFPR(-1))	-1.035162	0.178501	-5.799184	0.0000
C	0.031549	0.131133	0.240591	0.8115
R-squared	0.520351	Mean dependent var		0.012697
Adjusted R-squared	0.504878	S.D. dependent var		1.070237
S.E. of regression	0.753072	Akaike info criterion		2.329379
Sum squared resid	17.58062	Schwarz criterion		2.420076
Log likelihood	-36.43475	Hannan-Quinn criter.		2.359896
F-statistic	33.63053	Durbin-Watson stat		1.998313
Prob(F-statistic)	0.000002			

Lampiran C : Uji Lag Optimal

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-242.5366	NA	0.140250	15.06282	15.33492	15.15437
1	-84.74644	248.6390*	9.08e-05	7.681602	9.586248*	8.322458*
2	-44.93098	48.26116	9.08e-05*	7.450363*	10.98756	8.640523

* indicates lag order selected by the criterion
 LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
 FPE: Final prediction error
 AIC: Akaike information criterion
 SC: Schwarz information criterion
 HQ: Hannan-Quinn information criterion

Lampiran D : Uji Stabilitas VAR

Root	Modulus
0.990092	0.990092
0.813939 - 0.167434i	0.830982
0.813939 + 0.167434i	0.830982
0.397363 - 0.068694i	0.403257
0.397363 + 0.068694i	0.403257
0.151533	0.151533

No root lies outside the unit circle.
 VAR satisfies the stability condition.

Lampiran E : Uji Kointegrasi

Date: 02/04/26 Time: 01:49 Sample (adjusted): 1992 2024 Included observations: 33 after adjustments Trend assumption: Linear deterministic trend Series: LNGDP ET ENT FDI LNGCF LFPR Lags interval (in first differences): 1 to 1						
Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)						
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**		
None *	0.727982	114.4509	95.75366	0.0014		
At most 1 *	0.642939	71.48867	69.81889	0.0366		
At most 2	0.440065	37.50370	47.85613	0.3242		
At most 3	0.273350	18.36585	29.79707	0.5392		
At most 4	0.200473	7.828608	15.49471	0.4839		
At most 5	0.013405	0.445353	3.841465	0.5045		
Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level * denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level **MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values						
Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)						
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**		
None *	0.727982	42.96223	40.07757	0.0230		
At most 1 *	0.642939	33.98497	33.87687	0.0486		
At most 2	0.440065	19.13785	27.58434	0.4039		
At most 3	0.273350	10.53724	21.13162	0.6931		
At most 4	0.200473	7.383256	14.26460	0.4448		
At most 5	0.013405	0.445353	3.841465	0.5045		
Max-eigenvalue test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level * denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level **MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values						
Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b*S11*b=I):						
LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR	
28.33593	0.821468	0.254030	0.610610	-4.764780	1.462969	
15.29753	0.515779	-0.096773	-1.208226	1.025304	-1.503582	
-2.910560	0.085871	0.079892	-1.247774	2.717981	0.216048	
15.11049	0.133352	0.046310	0.365121	-6.183809	0.269050	
-7.828791	-0.204348	0.286045	0.495244	-0.537408	-0.192999	
-6.506813	-0.049009	0.031110	0.082665	1.135244	0.027310	
Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):						
D(LNGDP)	-0.010018	0.011124	0.004502	-0.008000	-0.002101	0.002657
D(ET)	-0.778405	-0.542181	-0.157281	0.532691	0.172854	-0.012599
D(ENT)	-0.288834	0.482425	-0.155060	0.603328	-0.729670	0.104079
D(FDI)	-0.267526	0.249281	0.551425	-0.036998	-0.034431	-0.002109
D(LNGCF)	-0.027957	0.076694	0.029863	-0.008640	0.009568	0.016597
D(LFPR)	-0.013171	0.361241	-0.243666	-0.059688	0.058914	-0.019036
1 Cointegrating Equation(s): Log likelihood -80.67532						
Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)						
LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR	
1.000000	0.028990 (0.00155)	0.008965 (0.00170)	0.021549 (0.00837)	-0.168153 (0.02537)	0.051629 (0.00881)	

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)					
D(LNGDP)	-0.283872	(0.18441)			
D(ET)	-22.05684	(7.89103)			
D(ENT)	-8.184384	(12.9769)			
D(FDI)	-7.580589	(5.14938)			
D(LNGCF)	-0.792188	(1.02552)			
D(LFPR)	-0.373211	(3.56326)			
2 Cointegrating Equation(s): Log likelihood -63.68283					
Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)					
LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR
1.000000	0.000000	0.102761	0.638210	-1.610745	0.971239
		(0.02627)	(0.10982)	(0.22226)	(0.13661)
0.000000	1.000000	-3.235418	-21.27127	49.76111	-31.72124
		(0.88120)	(3.68333)	(7.45429)	(4.58172)
Adjustment coefficients (standard error in parentheses)					
D(LNGDP)	-0.113697	-0.002492			
	(0.19693)	(0.00593)			
D(ET)	-30.35086	-0.919080			
	(8.25977)	(0.24880)			
D(ENT)	-0.804478	0.011556			
	(14.4162)	(0.43424)			
D(FDI)	-3.767211	-0.091190			
	(5.62734)	(0.16951)			
D(LNGCF)	0.381041	0.016591			
	(1.05558)	(0.03180)			
D(LFPR)	5.152888	0.175501			
	(3.31432)	(0.09983)			
3 Cointegrating Equation(s): Log likelihood -54.11391					
Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)					
LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR
1.000000	0.000000	0.000000	0.257032	-0.633967	0.068995
			(0.04756)	(0.05904)	(0.06084)
0.000000	1.000000	0.000000	-9.269881	19.00731	-3.314146
			(1.54045)	(1.91241)	(1.97069)
0.000000	0.000000	1.000000	3.709377	-9.505356	8.780037
			(0.90690)	(1.12588)	(1.16020)
Adjustment coefficients (standard error in parentheses)					
D(LNGDP)	-0.126800	-0.002105	-0.003262		
	(0.19558)	(0.00589)	(0.00171)		
D(ET)	-29.89309	-0.932586	-0.157835		
	(8.23084)	(0.24789)	(0.07213)		
D(ENT)	-0.353168	-0.001759	-0.132446		
	(14.4402)	(0.43489)	(0.12654)		
D(FDI)	-5.372166	-0.043839	-0.048029		
	(4.38298)	(0.13200)	(0.03841)		
D(LNGCF)	0.294123	0.019156	-0.012138		
	(1.04214)	(0.03139)	(0.00913)		
D(LFPR)	5.862094	0.154577	-0.057771		
	(2.93116)	(0.08828)	(0.02569)		
4 Cointegrating Equation(s): Log likelihood -48.84529					
Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)					
LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR

1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-0.497692	-0.008307
				(0.03960)	(0.05068)
0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	14.09256	-0.526220
				(1.47482)	(1.88734)
0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	-7.538700	7.664438
				(1.30354)	(1.66816)
0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	-0.530185	0.300751
				(0.23445)	(0.30003)
Adjustment coefficients (standard error in parentheses)					
D(LNGDP)	-0.247679	-0.003172	-0.003632	-0.028096	
	(0.20820)	(0.00573)	(0.00167)	(0.01095)	
D(ET)	-21.84386	-0.861551	-0.133166	0.570523	
	(8.25141)	(0.22724)	(0.06638)	(0.43395)	
D(ENT)	8.763411	0.078696	-0.104506	-0.345476	
	(15.3466)	(0.42263)	(0.12345)	(0.80709)	
D(FDI)	-5.931228	-0.048772	-0.049742	-1.166104	
	(4.83079)	(0.13303)	(0.03886)	(0.25406)	
D(LNGCF)	0.163574	0.018004	-0.012538	-0.150151	
	(1.14867)	(0.03163)	(0.00924)	(0.06041)	
D(LFPR)	4.960171	0.146617	-0.060535	-0.162256	
	(3.20728)	(0.08833)	(0.02580)	(0.16867)	
5 Cointegrating Equation(s): Log likelihood -45.15366					
Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)					
LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR
1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-1.565720
					(0.38973)
0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	43.57318
					(10.8710)
0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	-15.92618
					(5.25973)
0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	-1.358341
					(0.58393)
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	-3.129269
					(0.79156)
Adjustment coefficients (standard error in parentheses)					
D(LNGDP)	-0.231234	-0.002743	-0.004233	-0.029136	0.121973
	(0.21260)	(0.00584)	(0.00236)	(0.01129)	(0.04857)
D(ET)	-23.19710	-0.896873	-0.083722	0.656128	-0.661410
	(8.35263)	(0.22949)	(0.09265)	(0.44376)	(1.90810)
D(ENT)	14.47584	0.227802	-0.313225	-0.706841	-1.889318
	(14.7790)	(0.40605)	(0.16393)	(0.78517)	(3.37615)
D(FDI)	-5.661678	-0.041737	-0.059591	-1.183155	3.276345
	(4.93924)	(0.13570)	(0.05479)	(0.26241)	(1.12834)
D(LNGCF)	0.088671	0.016048	-0.009801	-0.145413	0.341295
	(1.17391)	(0.03225)	(0.01302)	(0.06237)	(0.26817)
D(LFPR)	4.498949	0.134579	-0.043683	-0.133080	0.108300
	(3.25519)	(0.08944)	(0.03611)	(0.17294)	(0.74363)

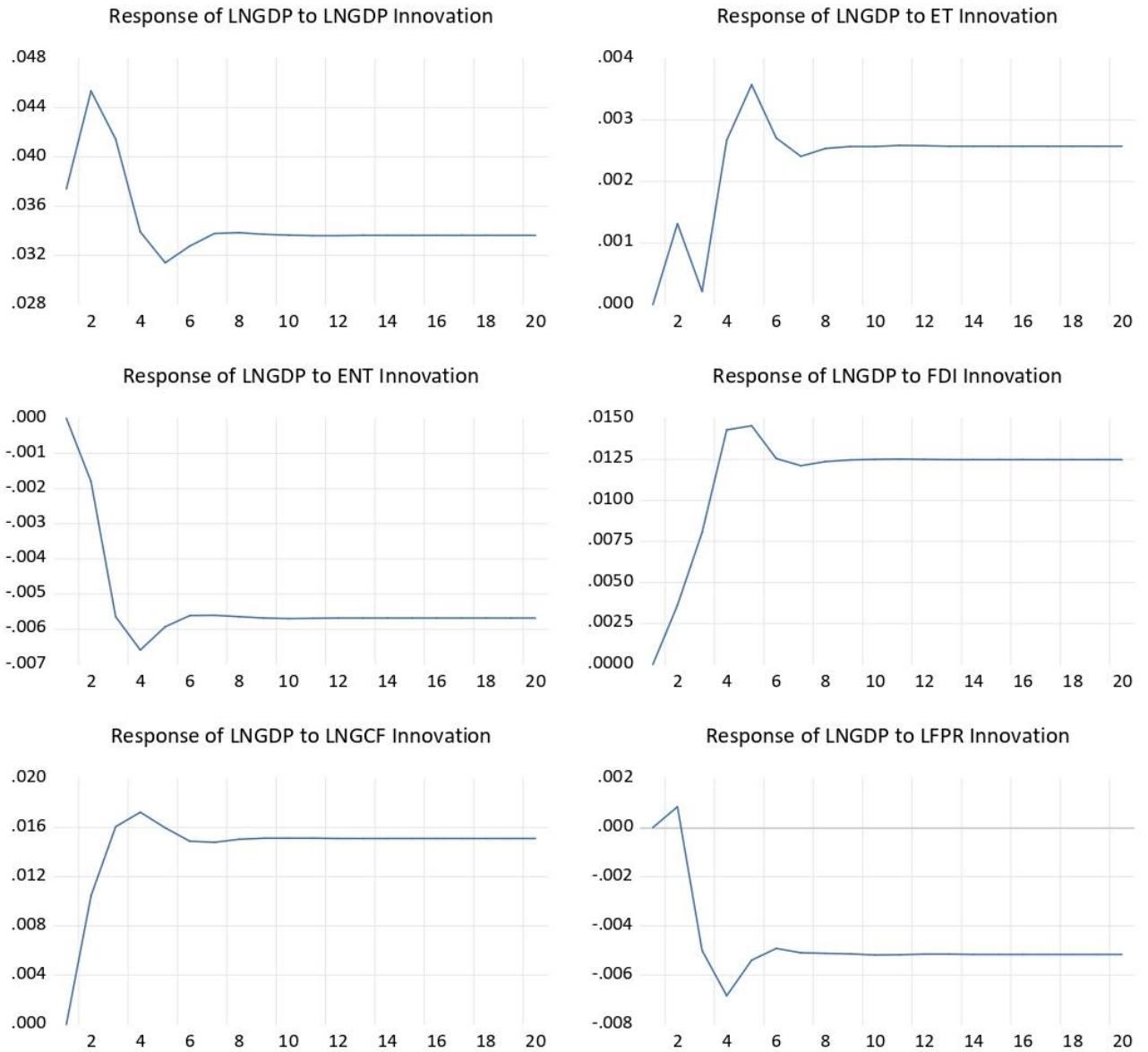
Lampiran F : Uji Estimasi VECM

Vector Error Correction Estimates						
Date: 02/05/26 Time: 16:46						
Sample (adjusted): 1992 2024						
Included observations: 33 after adjustments						
Standard errors in () & t-statistics in []						
Cointegrating Eq:	CointEq1					
LNGDP(-1)	1.000000					
ET(-1)	0.028990 (0.00155) [18.7565]					
ENT(-1)	0.008965 (0.00170) [5.27708]					
FDI(-1)	0.021549 (0.00837) [2.57374]					
LNGCF(-1)	-0.168153 (0.02537) [-6.62814]					
LFPR(-1)	0.051629 (0.00881) [5.86245]					
C	-28.04833					
Error Correction:	D(LNGDP)	D(ET)	D(ENT)	D(FDI)	D(LNGCF)	D(LFPR)
CointEq1	-0.283872 (0.18441) [-1.53940]	-22.05684 (7.89103) [-2.79518]	-8.184384 (12.9769) [-0.63069]	-7.580589 (5.14938) [-1.47213]	-0.792188 (1.02552) [-0.77247]	-0.373211 (3.56326) [-0.10474]
D(LNGDP(-1))	-0.160622 (0.33997) [-0.47247]	18.90921 (14.5477) [1.29980]	3.386234 (23.9240) [0.14154]	3.906161 (9.49331) [0.41146]	-4.070151 (1.89063) [-2.15280]	-0.769258 (6.56916) [-0.11710]
D(ET(-1))	0.005744 (0.00554) [1.03702]	0.104856 (0.23701) [0.44241]	0.157074 (0.38977) [0.40299]	0.157645 (0.15466) [1.01926]	0.029189 (0.03080) [0.94764]	-0.173899 (0.10702) [-1.62484]
D(ENT(-1))	0.001616 (0.00316) [0.51096]	0.012453 (0.13536) [0.09200]	-0.116579 (0.22260) [-0.52372]	0.051868 (0.08833) [0.58721]	0.004371 (0.01759) [0.24845]	0.022862 (0.06112) [0.37403]
D(FDI(-1))	0.008128 (0.00810) [1.00324]	0.169699 (0.34670) [0.48947]	-0.478889 (0.57015) [-0.83993]	-0.020268 (0.22624) [-0.08959]	0.070751 (0.04506) [1.57025]	-0.300376 (0.15656) [-1.91866]
D(LNGCF(-1))	0.071599 (0.05826) [1.22898]	-3.793451 (2.49300) [-1.52164]	-0.720279 (4.09977) [-0.17569]	0.621964 (1.62684) [0.38232]	0.662318 (0.32399) [2.04425]	0.614177 (1.12573) [0.54558]
D(LFPR(-1))	0.016131 (0.01099) [1.46838]	0.627074 (0.47008) [1.33398]	0.012780 (0.77305) [0.01653]	0.347298 (0.30675) [1.13217]	0.073316 (0.06109) [1.20010]	-0.164237 (0.21227) [-0.77373]
C	0.050976 (0.01393) [3.66006]	-1.786444 (0.59599) [-2.99744]	0.839085 (0.98012) [0.85611]	-0.068717 (0.38892) [-0.17669]	0.234988 (0.07746) [3.03386]	-0.192582 (0.26912) [-0.71559]
R-squared	0.230359	0.326971	0.100567	0.157565	0.241140	0.258866
Adj. R-squared	0.014860	0.138523	-0.151275	-0.078316	0.028659	0.051349
Sum sq. resids	0.034940	63.98028	173.0302	27.24517	1.080608	13.04590
S.E. equation	0.037385	1.599753	2.630819	1.043938	0.207905	0.722382
F-statistic	1.068954	1.735073	0.399326	0.667985	1.134876	1.247443
Log likelihood	66.21035	-57.74908	-74.16478	-43.66306	9.588263	-31.51242
Akaike AIC	-3.527900	3.984793	4.979684	3.131094	-0.096258	2.394692
Schwarz SC	-3.165110	4.347583	5.342474	3.493884	0.266531	2.757482
Mean dependent	0.044136	-1.325758	0.658568	0.013810	0.074778	0.030909
S.D. dependent	0.037665	1.723579	2.451893	1.005314	0.210949	0.741675
Determinant resid covariance (dof adj.)	2.83E-05					
Determinant resid covariance	5.35E-06					
Log likelihood	-80.67532					
Akaike information criterion	8.162140					
Schwarz criterion	10.61097					
Number of coefficients	54					

Lampiran G : Uji Kausalitas Granger

Pairwise Granger Causality Tests			
Date: 02/05/26 Time: 13:42			
Sample: 1990 2024			
Lags: 1			
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
ET does not Granger Cause LNGDP LNGDP does not Granger Cause ET	34	0.19946 8.35295	0.6583 0.0070
ENT does not Granger Cause LNGDP LNGDP does not Granger Cause ENT	34	0.40854 1.27060	0.5274 0.2683
FDI does not Granger Cause LNGDP LNGDP does not Granger Cause FDI	34	0.00681 0.70570	0.9348 0.4073
LNGCF does not Granger Cause LNGDP LNGDP does not Granger Cause LNGCF	34	1.65102 0.25733	0.2083 0.6156
LFPR does not Granger Cause LNGDP LNGDP does not Granger Cause LFPR	34	1.03645 1.12743	0.3165 0.2965
ENT does not Granger Cause ET ET does not Granger Cause ENT	34	2.08712 1.55299	0.1586 0.2220
FDI does not Granger Cause ET ET does not Granger Cause FDI	34	0.02416 0.50107	0.8775 0.4843
LNGCF does not Granger Cause ET ET does not Granger Cause LNGCF	34	1.98729 0.20593	0.1686 0.6531
LFPR does not Granger Cause ET ET does not Granger Cause LFPR	34	0.00977 0.85814	0.9219 0.3614
FDI does not Granger Cause ENT ENT does not Granger Cause FDI	34	0.70467 1.00926	0.4076 0.3229
LNGCF does not Granger Cause ENT ENT does not Granger Cause LNGCF	34	0.14089 2.67329	0.7100 0.1122
LFPR does not Granger Cause ENT ENT does not Granger Cause LFPR	34	0.05708 0.18391	0.8127 0.6710
LNGCF does not Granger Cause FDI FDI does not Granger Cause LNGCF	34	2.32907 1.09310	0.1371 0.3039
LFPR does not Granger Cause FDI FDI does not Granger Cause LFPR	34	0.02516 0.14933	0.8750 0.7018
LFPR does not Granger Cause LNGCF LNGCF does not Granger Cause LFPR	34	1.34457 1.55258	0.2551 0.2221

Lampiran H : *Impulse Response Function (IRF)*



Lampiran I : *Variance Decomposition (VD)*

Variance Decomposition of LNGDP using Cholesky (d.f. adjusted) Factors

Period	S.E.	LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR
1	0.037385	10.72325	38.12082	8.028223	3.817070	37.86494	1.445694
2	0.059851	5.474848	35.17612	6.800333	6.004197	45.90976	0.634745
3	0.075357	3.484258	33.56141	5.038353	8.532488	48.56976	0.813731
4	0.086184	3.051438	30.43385	4.073183	12.71440	48.72498	1.002146
5	0.094641	2.762729	28.30239	3.570219	15.59533	48.75342	1.015911
6	0.102331	2.453824	27.33471	3.260199	16.94607	48.97541	1.029785
7	0.109730	2.197579	26.75577	3.032542	17.78982	49.16749	1.056798
8	0.116741	2.004673	26.25713	2.854550	18.49373	49.31575	1.074165
9	0.123347	1.857269	25.84186	2.709955	19.07231	49.43197	1.086639
10	0.129601	1.739876	25.49895	2.590898	19.55198	49.52019	1.098111
11	0.135556	1.642737	25.21157	2.492700	19.95433	49.59124	1.107421
12	0.141259	1.560307	24.97236	2.410586	20.28940	49.65241	1.114942
13	0.146743	1.489674	24.77049	2.340607	20.57249	49.70526	1.121473
14	0.152031	1.428747	24.59598	2.280141	20.81719	49.75078	1.127160
15	0.157141	1.375687	24.44332	2.227379	21.03111	49.79042	1.132089
16	0.162090	1.329027	24.30897	2.180948	21.21937	49.82526	1.136426
17	0.166892	1.287657	24.18988	2.139785	21.38628	49.85612	1.140277
18	0.171559	1.250722	24.08358	2.103046	21.53526	49.88369	1.143712
19	0.176103	1.217547	23.98813	2.070052	21.66903	49.90845	1.146796
20	0.180533	1.187588	23.90193	2.040256	21.78983	49.93081	1.149582

Cholesky One S.D. (d.f. adjusted)
Cholesky ordering: ET ENT FDI LNGCF LFPR LNGDP

Variance Decomposition of ET using Cholesky (d.f. adjusted) Factors

Period	S.E.	LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR
1	0.037385	0.000000	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.059851	0.037216	89.93761	6.538669	0.785749	0.442123	2.258635
3	0.075357	0.947665	77.23867	11.74978	0.582582	0.803595	8.677708
4	0.086184	1.866811	71.43935	13.78367	1.427321	1.497052	9.985804
5	0.094641	2.162391	68.64170	15.09166	1.548224	1.977825	10.57819
6	0.102331	2.325929	66.42280	16.09121	1.556954	2.245356	11.35776
7	0.109730	2.461602	64.90036	16.72166	1.630696	2.427889	11.85779
8	0.116741	2.558805	63.84258	17.17517	1.683323	2.563569	12.17655
9	0.123347	2.633074	63.00599	17.53806	1.714530	2.665424	12.44292
10	0.129601	2.693933	62.34238	17.82024	1.743827	2.746262	12.65336
11	0.135556	2.742564	61.81486	18.04492	1.768341	2.812464	12.81684
12	0.141259	2.781950	61.37957	18.23143	1.787141	2.866878	12.95302
13	0.146743	2.815051	61.01350	18.38794	1.802987	2.912259	13.06826
14	0.152031	2.843280	60.70287	18.52060	1.816722	2.950838	13.16568
15	0.157141	2.867551	60.43571	18.63481	1.828469	2.984048	13.24942
16	0.162090	2.888658	60.20325	18.73417	1.838660	3.012922	13.32234
17	0.166892	2.907185	59.99930	18.82132	1.847627	3.038265	13.38630
18	0.171559	2.923568	59.81892	18.89841	1.855555	3.060684	13.44286
19	0.176103	2.938161	59.65821	18.96710	1.862612	3.080654	13.49326
20	0.180533	2.951245	59.51413	19.02868	1.868941	3.098557	13.53845

Cholesky One S.D. (d.f. adjusted)
Cholesky ordering: ET ENT FDI LNGCF LFPR LNGDP

Variance Decomposition of ENT using Cholesky (d.f. adjusted) Factors

Period	S.E.	LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR
1	0.037385	0.000000	0.323609	99.67639	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.059851	0.029096	1.372783	95.87895	2.262415	0.010053	0.446707
3	0.075357	0.112979	1.949784	94.54268	2.123705	0.316067	0.954788
4	0.086184	0.109566	2.511422	93.70648	2.034362	0.513635	1.124535
5	0.094641	0.092962	2.644595	93.32136	2.118225	0.593318	1.229539
6	0.102331	0.083390	2.673086	93.09521	2.174026	0.626616	1.347674
7	0.109730	0.080160	2.738146	92.92119	2.172129	0.656109	1.432263
8	0.116741	0.078132	2.801418	92.77553	2.170193	0.683415	1.491316
9	0.123347	0.076178	2.847392	92.65682	2.173550	0.705877	1.540185
10	0.129601	0.074473	2.884507	92.56116	2.175579	0.724100	1.580183
11	0.135556	0.072982	2.914989	92.48306	2.177364	0.738924	1.612685
12	0.141259	0.071721	2.939899	92.41778	2.179256	0.751181	1.640165
13	0.146743	0.070681	2.961255	92.36206	2.180645	0.761633	1.663724
14	0.152031	0.069796	2.979920	92.31388	2.181713	0.770705	1.683986
15	0.157141	0.069020	2.996176	92.27185	2.182698	0.778624	1.701627
16	0.162090	0.068334	3.010432	92.23491	2.183586	0.785583	1.717151
17	0.166892	0.067727	3.023064	92.20219	2.184365	0.791746	1.730905
18	0.171559	0.067185	3.034333	92.17300	2.185061	0.797243	1.743175
19	0.176103	0.066699	3.044448	92.14680	2.185686	0.802178	1.754192
20	0.180533	0.066260	3.053581	92.12314	2.186248	0.806633	1.764136

Cholesky One S.D. (d.f. adjusted)
Cholesky ordering: ET ENT FDI LNGCF LFPR LNGDP



Variance Decomposition of FDI using Cholesky (d.f. adjusted) Factors

Period	S.E.	LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR
1	0.037385	0.000000	11.51309	0.183833	88.30307	0.000000	0.000000
2	0.059851	0.093718	14.76522	0.428420	82.10349	2.603983	0.005168
3	0.075357	1.430559	14.79164	0.358257	79.96485	3.042088	0.412607
4	0.086184	2.906679	12.02964	0.478662	81.44283	2.503336	0.638851
5	0.094641	3.589640	10.24838	0.552213	82.85972	2.083630	0.666420
6	0.102331	3.860758	9.447342	0.585476	83.55204	1.849731	0.704657
7	0.109730	4.021600	8.972119	0.600611	83.95098	1.706668	0.748023
8	0.116741	4.150703	8.597357	0.610325	84.26103	1.604624	0.775961
9	0.123347	4.258537	8.303156	0.619747	84.49609	1.525658	0.796814
10	0.129601	4.347570	8.065075	0.628419	84.68328	1.461301	0.814356
11	0.135556	4.419608	7.868250	0.635463	84.84040	1.408073	0.828210
12	0.141259	4.478048	7.706821	0.641108	84.97039	1.364142	0.839495
13	0.146743	4.526823	7.572419	0.645790	85.07837	1.327449	0.849147
14	0.152031	4.568541	7.457676	0.649775	85.17040	1.296202	0.857406
15	0.157141	4.604651	7.358419	0.653228	85.24999	1.269212	0.864503
16	0.162090	4.636161	7.271856	0.656249	85.31938	1.245665	0.870692
17	0.166892	4.663872	7.195709	0.658908	85.38043	1.224947	0.876139
18	0.171559	4.688425	7.128213	0.661263	85.43455	1.206582	0.880965
19	0.176103	4.710334	7.067986	0.663363	85.48285	1.190194	0.885273
20	0.180533	4.730009	7.013905	0.665250	85.52622	1.175478	0.889142

Cholesky One S.D. (d.f. adjusted)
Cholesky ordering: ET ENT FDI LNGCF LFPR LNGDP

Variance Decomposition of LNGCF using Cholesky (d.f. adjusted) Factors

Period	S.E.	LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR
1	0.037385	0.000000	13.15933	10.42345	8.239362	68.17786	0.000000
2	0.059851	3.315706	6.793290	7.863729	15.65408	64.74060	1.632594
3	0.075357	7.285729	4.604204	6.015374	18.39222	61.97006	1.732407
4	0.086184	10.01657	3.433666	4.998715	21.46016	58.30264	1.788245
5	0.094641	11.15052	2.808554	4.583141	23.11749	56.29832	2.041966
6	0.102331	11.59092	2.371485	4.415467	23.67475	55.72289	2.224488
7	0.109730	11.87478	2.052276	4.299128	24.01138	55.44565	2.316786
8	0.116741	12.12651	1.803979	4.197414	24.33426	55.15043	2.387412
9	0.123347	12.34364	1.608773	4.111388	24.60057	54.88901	2.446619
10	0.129601	12.52258	1.452092	4.041010	24.81663	54.67436	2.493334
11	0.135556	12.66735	1.323395	3.984205	24.99563	54.49714	2.532276
12	0.141259	12.78587	1.215834	3.937622	25.14248	54.35280	2.565395
13	0.146743	12.88591	1.124572	3.898204	25.26557	54.23250	2.593245
14	0.152031	12.97227	1.046111	3.864170	25.37189	54.12853	2.617033
15	0.157141	13.04753	0.977939	3.834529	25.46463	54.03762	2.637748
16	0.162090	13.11355	0.918170	3.808536	25.54592	53.95789	2.655929
17	0.166892	13.17188	0.865342	3.785570	25.61776	53.88746	2.671994
18	0.171559	13.22378	0.818310	3.765133	25.68170	53.82478	2.686300
19	0.176103	13.27028	0.776170	3.746823	25.73897	53.76864	2.699118
20	0.180533	13.31218	0.738196	3.730322	25.79059	53.71805	2.710666

Cholesky One S.D. (d.f. adjusted)
Cholesky ordering: ET ENT FDI LNGCF LFPR LNGDP

Variance Decomposition of LFPR using Cholesky (d.f. adjusted) Factors

Period	S.E.	LNGDP	ET	ENT	FDI	LNGCF	LFPR
1	0.037385	0.000000	8.910872	0.598368	16.63557	1.541600	72.31359
2	0.059851	0.016103	15.97225	0.309183	28.64810	2.853688	52.20068
3	0.075357	0.062334	12.99060	0.488239	28.28433	2.600389	55.57411
4	0.086184	0.115741	10.81404	0.906354	28.93690	2.338388	56.88857
5	0.094641	0.247175	10.51359	1.204618	30.39042	2.402842	55.24136
6	0.102331	0.294658	10.37362	1.406468	30.96209	2.523353	54.43982
7	0.109730	0.314555	10.14468	1.546505	31.21023	2.594269	54.18976
8	0.116741	0.329692	9.989274	1.641110	31.44778	2.638558	53.95359
9	0.123347	0.341013	9.877278	1.711930	31.63355	2.670226	53.76601
10	0.129601	0.350431	9.781936	1.769071	31.76985	2.693771	53.63494
11	0.135556	0.358689	9.708056	1.815316	31.88331	2.713299	53.52133
12	0.141259	0.365411	9.649988	1.853138	31.97748	2.730072	53.42391
13	0.146743	0.370841	9.600655	1.884710	32.05449	2.744082	53.34522
14	0.152031	0.375429	9.558390	1.911441	32.11967	2.755815	53.27925
15	0.157141	0.379386	9.522264	1.934363	32.17595	2.765860	53.22218
16	0.162090	0.382822	9.490933	1.954262	32.22475	2.774580	53.17266
17	0.166892	0.385835	9.463470	1.971699	32.26745	2.782220	53.12932
18	0.171559	0.388497	9.439238	1.987096	32.30519	2.788973	53.09101
19	0.176103	0.390864	9.417685	2.000792	32.33875	2.794981	53.05693
20	0.180533	0.392982	9.398381	2.013055	32.36880	2.800359	53.02643

Cholesky One S.D. (d.f. adjusted)
Cholesky ordering: ET ENT FDI LNGCF LFPR LNGDP