



**KAUSALITAS ANTARA KONSUMSI ENERGI TERBARUKAN,
KONSUMSI ENERGI FOSIL DAN PERTUMBUHAN
EKONOMI DI ASEAN 5**

SKRIPSI

Oleh:

Sofiana Nikmatulloh

NIM 180810101145

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS

PROGRAM STUDI EKONOMI PEMBANGUNAN

JEMBER

2023



**KAUSALITAS ANTARA KONSUMSI ENERGI TERBARUKAN,
KONSUMSI ENERGI FOSIL DAN PERTUMBUHAN
EKONOMI DI ASEAN 5**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
program studi Ekonomi Pembangunan

Oleh:

Sofiana Nikmatulloh

NIM 180810101145

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS

PROGRAM STUDI EKONOMI PEMBANGUNAN

JEMBER

2023

PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur yang tak terhingga kepada Allah SWT, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Alm. Bapak Kosim dan Ibu Mutmainah tercinta yang senantiasa tulus dan ikhlas atas doa yang telah dipanjatkan dan selalu menemani perjalanan pendidikan sejak kecil hingga perguruan tinggi dengan rasa cinta dan kasih sayang unuk kesuksesan ananda;
2. Bapak Mamik dan Ibu Rubingatun tercinta yang senantiasa tulus merawat dan mendampingi ananda hingga saat ini. Terimakasih telah menjadi rumah kedua bagi ananda;
3. Dosen pembimbing yang terhormat yaitu Bapak Dr. Herman Cahyo Diartho, S.E., M.P. dan Ibu Dr. Yulia Indrawati S.E., M.Si. yang telah tulus dalam meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, saran maupun kritik kepada saya selama di perguruan tinggi dan dalam proses pengerjaan skripsi;
4. Bapak dan Ibu Guru sejak Taman Kanak-kanak (TK) hingga Perguruan Tinggi yang telah membimbing dan memberikan ilmu dengan ikhlas dan penuh kesabaran;
5. Almamater Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Jember

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada TUHAN-mu lah engkau berharap”

(QS. Al-Insyirah, 6-8)

“Usaha dan doa tergantung pada cita-cita. Manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya”

(Jalaluddin Rum)

“It’s fine to fake it until you make it, until you do, until it true”

(Taylor Swift)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sofiana Nikmatulloh

NIM : 180810101145

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul: “Kausalitas antara Konsumsi Energi Terbarukan, Konsumsi Energi Fosil, dan Pertumbuhan Ekonomi di ASEAN 5” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 27 November 2023

Yang menyatakan,

Sofiana Nikmatulloh
NIM 180810101145

SKRIPSI

**KAUSALITAS ANTARA KONSUMSI ENERGI TERBARUKAN,
KONSUMSI ENERGI FOSIL, DAN PERTUMBUHAN
EKONOMI DI ASEAN 5**

Oleh:

Sofiana Nikmatulloh

NIM 180810101145

Pembimbing

Dosen Pembimbing I : Dr. Herman Cahyo Diartho, S.E., M.P.

Dosen Pembimbing II : Dr. Yulia Indrawati S.E., M.Si.

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Kausalitas antara Konsumsi Energi Terbarukan, Konsumsi Energi Fosil, dan Pertumbuhan Ekonomi di Negara ASEAN 5

Nama Mahasiswa : Sofiana Nikmatulloh

NIM : 180810101145

Fakultas : Ekonomi dan Bisnis

Jurusan : Ilmu Ekonomi dan Studi Pembangunan

Konsentrasi : Ekonomi Wilayah dan Agribisnis

Tanggal Persetujuan : 24 November 2023

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Herman Cahyo Diartho, S.E., M.P.

Dr. Yulia Indrawati, S.E., M.Si.

NIP. 197207131999031001

NIP. 197707302001122003

Mengetahui,
Koordinator Program Studi

Dr. Herman Cahyo Diartho, S.E., M.P.

NIP. 197207131999031001

PENGESAHAN

Judul Skripsi

**KAUSALITAS ANTARA KONSUMSI ENERGI TERBARUKAN,
KONSUMSI ENERGI FOSIL, DAN PERTUMBUHAN
EKONOMI DI ASEAN 5**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : Sofiana Nikmatulloh

NIM : 180810101145

Telah dipertahankan di depan panitia penguji pada tanggal:

14 Desember 2023

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima sebagai kelengkapan guna memperoleh Gelar Sarjana Ekonomi pada Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember.

Susunan Panitia Penguji

1. Ketua : Aisah Jumiati, S.E., M.P.
NIP. 196809261994032002 (.....)
2. Sekretaris : Fajar Wahyu Prianto, S.E., M.E.
NIP. 198103302005011003 (.....)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ekonomi dan
Bisnis
Universitas Jember

4x6

Prof. Dr. Isti Fadah, M.Si.
NIP. 19661020199002201

**Kausalitas antara Konsumsi Energi Terbarukan, Kausalitas Konsumsi Fosil,
dan Pertumbuhan Ekonomi di ASEAN 5**

Sofiana Nikmatulloh

Jurusan Ilmu Ekonomi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis,

Universitas Jember

ABSTRAK

Energi berperan penting dalam proses pertumbuhan ekonomi dan pembangunan suatu bangsa. Ketersediaan energi yang layak diperlukan dalam masyarakat untuk mencapai pembangunan ekonomi berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara empiris hubungan kausalitas antara konsumsi energi terbarukan, konsumsi energi fosil, dan pertumbuhan ekonomi di negara-negara ASEAN 5 yaitu meliputi Indonesia, Malaysia, Singapura, Thailand, dan Filipina dengan menggunakan data tahunan dari tahun 1999-2014. Uji kausalitas dilakukan dengan menggunakan uji kausalitas Granger (1969). Hasil penelitian mengenai kausalitas di lima negara tersebut menunjukkan hasil bahwa terdapat kausalitas dua arah antara konsumsi energi fosil dan pertumbuhan di negara Indonesia, terdapat kausalitas searah dari konsumsi energi fosil ke pertumbuhan ekonomi di Malaysia, tidak terdapat kausalitas di negara Singapura, terdapat kausalitas dua arah dari konsumsi energi fosil ke konsumsi energi terbarukan di Thailand, dan terdapat kausalitas searah dari konsumsi energi fosil ke konsumsi energi terbarukan di Filipina. Penelitian ini menunjukkan bahwa di negara ASEAN 5 bagi para pembuat kebijakan perlu merumuskan kebijakan yang kondusif bagi pengembangan energi yang berbasis pada kondisi di masing-masing negara. selain itu, negara ASEAN 5 seharusnya memperkuat kelembagaan dan kapasitas serta sama pengelolaan dan pengembangan energi.

Kata Kunci: Kausalitas Granger; Konsumsi Energi Terbarukan; Konsumsi Energi Fosil; Pertumbuhan Ekonomi.

***Causality between Renewable Energy Consumption, Fossil Consumption
Causality, and Economic Growth in ASEAN 5***

Sofiana Nikmatulloh

Department of Economics, Faculty of Economics and Business,

University of Jember

ABSTRACT

Energy plays an important role in the process of economic growth and development of a nation. Adequate energy availability is needed in society to achieve sustainable economic development. This research aims to empirically analyze the causal relationship between renewable energy consumption, fossil energy consumption and economic growth in ASEAN 5 countries, namely Indonesia, Malaysia, Singapore, Thailand, and the Philippines using annual data from 1999-2014. The causality test was carried out using the Granger causality test (1969). The results of research on causality in these five countries show that there is a two way causality in Indonesia, there is a unidirectional causality in Malaysia there is no causality in Singapore, there is a two way causality from fossil energy consumption to renewable energy consumption in Thailand, and there is unidirectional causality from fossil energy consumption in Philippines. This research shows that in the ASEAN 5 countries, policy makers need to formulate policies that are conducive to energy development based in the conditions in each country. Apart from that, ASEAN 5 countries should strengthen institutions and capacities as well as energy management and development.

Key Words: *Granger causality; Renewable Energy Consumption; Fossil Energy Consumption; Economic Growth.*

RINGKASAN

Kausalitas antara Konsumsi Energi Terbarukan, Konsumsi Energi Fosil, dan Pertumbuhan Ekonomi di ASEAN 5; Sofiana Nikmatulloh, 180810101145; 2023; 42 halaman; Program Studi Ekonomi Pembangunan Jurusan Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember.

Pertumbuhan ekonomi mengukur kemampuan jangka panjang suatu negara dalam menyediakan barang dan jasa kepada para penduduknya. Maka dari itu, keberadaan energi sangat penting bagi suatu bangsa karena menjadi bagian sumber daya utama dalam aktivitas produksi, distribusi, dan konsumsi sehingga disebut sebagai penggerak ekonomi. Hampir semua kebutuhan dalam kehidupan ini membutuhkan energi, yang artinya seiring dengan perkembangan zaman serta penambahan jumlah populasi maka konsumsi energi juga akan semakin meningkat yang mencerminkan peningkatan perekonomian. Energi memiliki peran penting dalam ekonomi, baik dari sisi permintaan maupun dari sisi penawaran. Dari sisi permintaan, energi adalah sebuah produk yang senantiasa dibutuhkan untuk memaksimalkan utilitas. Sedangkan, dari sisi penawaran, energi merupakan faktor penting yang dibutuhkan dalam proses produksi utamanya pengolahan (*manufacture*) yang memberi nilai tambah terhadap produk yang di hasilkan, dan berperan vital dalam perekonomian serta pembangunan.

Keterkaitan antara sektor energi dengan pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu aspek dalam perencanaan energi. Terdapat dua perspektif mengenai hubungan konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. Pertama, energi hanyalah input perantara dalam proses produksi, namun dalam hal ini perekonomian akan tetap dapat tumbuh meskipun sumber daya alam dan energinya terbatas karena efisiensi penggunaan faktor energi lain dan sektor lain yang memengaruhi seperti kemajuan teknologi dan penggunaan energi terbarukan yang terus mengalami peningkatan. Kedua, konsumsi energi merupakan salah satu faktor pembatas pertumbuhan ekonomi. Efisiensi penggunaan faktor energi lain dan kemajuan teknologi tidak dapat menjadi substitusi dari energi dalam proses produksi,

sehingga apabila terjadi pembatasan energi maka memungkinkan pertumbuhan ekonomi akan mengalami penurunan.

Melonjaknya jumlah konsumsi energi terjadi di beberapa negara Asia, terutama di negara ASEAN 5 yang meliputi negara Indonesia, Malaysia, Singapura, Thailand, dan Filipina. Selain kebutuhan energi yang tinggi, negara ASEAN 5 juga memiliki karakteristik perekonomian yang sama serta memiliki kekayaan sumber daya alam yang sangat besar. Faktanya, fenomena yang terjadi di ASEAN saat ini adalah tidak seimbangny jumlah konsumsi energi terbarukan dan energi fosil. Sistem energi di ASEAN 5 masih mengandalkan bahan bakar fosil terutama batubara. Apabila kondisi ini terus berlanjut dalam jangka panjang, maka akan mencemari kawasan Asia Tenggara secara lebih luas dan juga dunia. Berdasarkan pada fenomena tersebut, maka perlu dilakukan identifikasi mengenai hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi dalam upaya pemetaan konvergensi energi yang terjadi pada masing-masing negara. Upaya untuk mengetahui hubungan kausalitas di antara keduanya menjadi sangat penting dalam menentukan arah kebijakan pemerintah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kausalitas atau hubungan sebab akibat antara variabel konsumsi energi terbarukan, konsumsi energi fosil, dan pertumbuhan ekonomi di ASEAN 5 dengan menggunakan pengujian Kausalitas Granger yang digunakan untuk melihat hubungan arah antara variabel tersebut. Hasil pengujian kausalitas Granger diperoleh temuan bahwa di antara negara ASEAN 5 memiliki arah hubungan yang berbeda. Negara Indonesia menjadi satu-satunya negara yang menunjukkan adanya hubungan dua arah antara variabel konsumsi energi fosil dan pertumbuhan ekonomi. Sedangkan ke-empat negara lainnya menunjukkan temuan bahwa tidak terdapat hubungan searah maupun dua arah antara variabel konsumsi energi terbarukan dan konsumsi energi fosil dengan pertumbuhan ekonomi.

PRAKATA

Segala puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam selalu tercurah limpahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul : “Kausalitas Konsumsi Energi Terbarukan, Konsumsi Energi Fosil, dan Pertumbuhan Ekonomi di ASEAN 5”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ekonomi Jurusan Ilmu Ekonomi dan Studi Pembangunan di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak baik itu berupa motivasi, nasihat, saran, maupun kritik yang membangun. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati dan tidak menghilangkan rasa hormat yang tulus, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Herman Cahyo Diartho, S.E., M.P. selaku dosen pembimbing I. Terima kasih kepada Bapak Herman yang telah sabar memberikan ilmu dan motivasi kepada saya dalam menempuh pendidikan hingga saya bisa terus berproses dalam menyusun skripsi. Terima kasih atas waktu, ilmu serta arahan yang telah Bapak Herman berikan kepada saya. Tanpa adanya kritik, saran dan evaluasi yang objektif dari Bapak, tentu skripsi ini akan jauh dari kata sempurna. Semoga Allah SWT membalas dengan limpahan rahmat yang berlebih;
2. Ibu Dr. Yulia Indrawati S.E., M.Si. selaku dosen pembimbing II, terimakasih Ibu telah membimbing saya dengan tulus, sabar dan ikhlas. Ketulusan Ibu selalu ada dalam memberikan nasihat selama proses perkuliahan hingga dalam penyusunan skripsi, sehingga memberikan pengalaman yang sangat bermakna bagi saya untuk menjadi pribadi yang tangguh di berbagai situasi. Terima kasih atas kesempatan yang diberikan kepada saya selama menikmati pendidikan tinggi yang penuh warna, banyak dedikasi Ibu yang diberikan

kepada saya atas waktu dan pemikiran sehingga menjadi inspirasi bagi penulis untuk terus berkembang menjadi manusia yang bernilai;

3. Ibu Aisah Jumiati, S.E., M.P selaku dosen penguji saya. Terima kasih telah memberikan kritik dan saran terhadap skripsi saya;
4. Bapak Fajar Wahyu Prianto, S.E., M.E. selaku dosen penguji saya. Terima kasih Bapak Fajar atas waktu, ilmu serta arahan yang telah Bapak berikan kepada penulis;
5. Ketua Program Studi Ekonomi Pembangunan Universitas Jember;
6. Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Ilmu Ekonomi dan Studi Pembangunan Universitas jember;
7. Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember;
8. Seluruh Bapak dan Ibu dosen beserta staf karyawan di lingkungan Fakultas Ekonomi Universitas Jember serta Perpustakaan Fakultas Ekonomi dan Perpustakaan Pusat;
9. Kedua orang tua saya, Alm. Bapak Kosim dan Ibu Mutmainah yang telah membesarkan dan mendidik ananda dengan penuh cinta, doa dan nasihat yang tidak ada hentinya, serta mengajari ananda arti sebuah kesabaran, keikhlasan, dan kejujuran dalam hidup;.
10. Rumah kedua saya, Bapak Mamik dan Ibu Rubingatun yang senantiasa memberikan kasih sayang, cinta, dan doa yang tiada hentinya. Terimakasih atas kasih tulus yang diberikan sewaktu membesarkan ananda. Temani ananda hingga kini dan nanti;
11. Kakakku tercinta, Mas Hakim, Mbak Rubid, Mas Munir, Mbak Rima, Mas Budi, Mbak Eva, yang telah memberikan dorongan dan motivasi hingga bisa ke tahap saat ini. Semoga selalu diberikahi dan diberikan kesehatan.
12. Adik ponakanku tersayang, Fatih, Raihan, Rashdan, Faris, Piano, Mirza, dan Satria telah hadir menjadi penambah warna dalam dunia saya;
13. Sahabat-sahabatku dari masa perkuliahan, Fera, Sultan, Kevin, Giffary, Yulia, Alisa, Silvy, Reni, Gendrih, Rofi serta teman-teman Ekonomi Pembangunan angkatan 2018, terima kasih atas kenangan, kebahagiaan dan keluh kesah

selama menempuh pendidikan. Semoga kita semua meraih kesuksesan di masa depan;

14. Sahabat-sahabat terbaikku, Hellen, Fitra, Laila, Ima, Aulia, Nurul, Tika yang telah memberikan pengalaman bagi penulis dalam memahami makna berbagi kebahagiaan dan kesedihan dalam kehidupan dan saling menguatkan satu sama lain. Semoga hubungan pertemanan ini tidak ada kata akhir dan semoga kita dapat meraih kesuksesan di masa depan;
15. Teman-teman anggota KSPE;
16. Teman teman KKN Desa Setail Tahun 2021;
17. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu, penulis mengucapkan banyak terimakasih.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa didunia ini tidak ada sesuatu yang sempurna, dan masih terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis berhadap atas kritik dan saran yang membangun penulis demi penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan tambahan pengetahuan bagi penulisan karya tulis selanjutnya.

Jember, 24 November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
SKRIPSI.....	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN.....	v
SKRIPSI.....	i
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
RINGKASAN	xi
PRAKATA.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Teori Pertumbuhan Endogen Romer	6
2.1.2 Hipotesis Pertumbuhan Ekonomi Kuznets.....	8
2.2 Kerangka Konseptual.....	11
2.3 Hipotesis Penelitian.....	14
BAB 3. METODE PENELITIAN	15

3.1	Jenis dan Sumber Data	15
3.2	Metode Analisis Data	15
3.2.1	Uji Stationeritas.....	16
3.2.2	Uji Kausalitas Granger	16
3.3	Definisi Operasional	17
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1	Kondisi Geografis Wilayah Negara ASEAN 5	19
4.1.1	Gambaran Perkembangan Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi di ASEAN 5	20
4.2	Hasil Analisis Data	30
4.2.1	Uji Stationeritas.....	30
4.2.2	Uji Kausalitas Granger	33
4.3	Pembahasan Kausalitas Antara Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi (GDP) di ASEAN 5	36
4.3.1	Diskusi Hasil Studi Empiris Kausalitas Antara Konsumsi Energi Terbarukan (KET), Konsumsi Energi Fosil (KEF) dan Pertumbuhan Ekonomi (GDP) di ASEAN 5	38
BAB 5.	PENUTUP	44
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Uji Stationeritas Data Metode <i>Augmented Dickey-Fuller</i> (ADF) <i>Test</i> di Indonesia	30
Tabel 4.2 Hasil Uji Stationeritas Data Metode <i>Augmented Dickey-Fuller</i> (ADF) <i>Test</i> di Malaysia	31
Tabel 4.3 Hasil Uji Stationeritas Data Metode <i>Augmented Dickey-Fuller</i> (ADF) <i>Test</i> di Singapura.....	31
Tabel 4.4 Hasil Uji Stationeritas Data Metode <i>Augmented Dickey-Fuller</i> (ADF) <i>Test</i> di Thailand.....	32
Tabel 4.5 Hasil Uji Stationeritas Data Metode <i>Augmented Dickey-Fuller</i> (ADF) <i>Test</i> di Filipina	32
Tabel 4.6 Hasil Uji Kausalitas <i>Granger</i> untuk kasus Indonesia	33
Tabel 4.7 Hasil Uji Kausalitas <i>Granger</i> untuk kasus Malaysia	34
Tabel 4.8 Hasil Uji Kausalitas <i>Granger</i> untuk kasus Malaysia	34
Tabel 4.9 Hasil Uji Kausalitas <i>Granger</i> untuk kasus Thailand.....	35
Tabel 4.10 Hasil Uji Kausalitas <i>Granger</i> untuk kasus Filipina	36
Tabel 4.11 Pola Hubungan Kausalitas KET, KEF, dan GDP di ASEAN 5	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Pertumbuhan GDP (persen) di Negara ASEAN 5 Tahun 1999-2014 (Sumber: <i>World Bank</i> , 2022).....	2
Gambar 1.2 Penggunaan energi (kg setara minyak per kapita) di Negara ASEAN 5 (Sumber: <i>World Bank</i> , 2018).....	2
Gambar 2. 1 Kurva RKC <i>U-Shaped</i>	10
Gambar 2.2 Kerangka Konseptual	13
Gambar 4.1 GDP, Konsumsi energi terbarukan, dan konsumsi energi fosil di Indonesia tahun 1999-2014 (Sumber: <i>World Bank</i> , 2023, diolah)	21
Gambar 4.2 GDP, Konsumsi energi terbarukan, dan konsumsi energi fosil di Malaysia tahun 1999-2014 (Sumber: <i>World Bank</i> , 2023, diolah)	24
Gambar 4.3 GDP, Konsumsi energi terbarukan, dan konsumsi energi fosil di Singapura tahun 1999-2014 (Sumber: <i>World Bank</i> , 2023, diolah)	26
Gambar 4.4 GDP, Konsumsi energi terbarukan, dan konsumsi energi fosil di Thailand tahun 1999-2014 (Sumber: <i>World Bank</i> , 2023, diolah)	27
Gambar 4.5 GDP, Konsumsi energi terbarukan, dan konsumsi energi fosil di Filipina tahun 1999-2014 (Sumber: <i>World Bank</i> , 2023, diolah).	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Hasil Uji Stationeritas	52
Lampiran B. Hasil Uji Kasualitas Granger	97



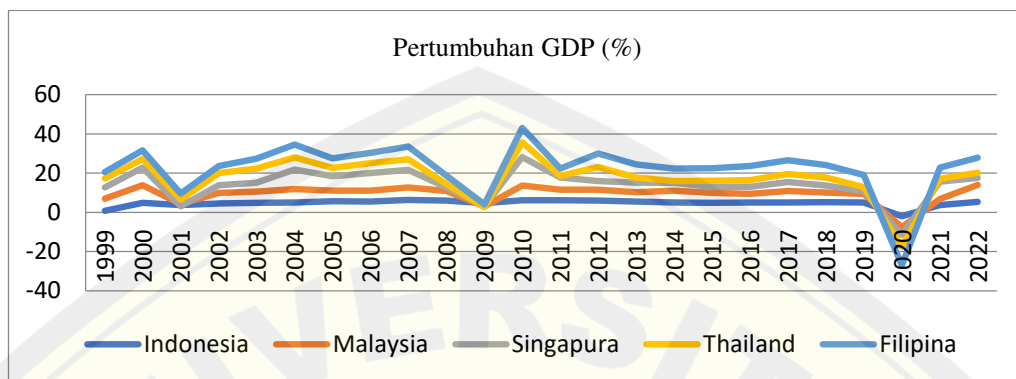
BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu indikator keberhasilan pembangunan ekonomi suatu negara adalah dengan mengukur pertumbuhan ekonomi di negara tersebut. Pertumbuhan ekonomi digunakan untuk melihat seberapa besar pengaruh aktivitas ekonomi terhadap pendapatan masyarakat. Todaro & Smith (2003) menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi digunakan sebagai alat untuk mengukur kemampuan suatu negara dalam menyediakan barang dan jasa kepada masyarakatnya dalam jangka panjang. Perekonomian dapat berkembang dengan didorong oleh peningkatan kualitas sumber daya manusia, kemajuan sumber daya modal, dan pengelolaan sumber daya alam yang baik (Diartho *et. al.*, 2023). Untuk itu, energi sebagai salah satu bagian dari sumberdaya memiliki peran penting dalam penggerak ekonomi baik dalam aktivitas produksi, distribusi, hingga konsumsi. Sehingga, ketersediaan energi yang layak diperlukan dalam masyarakat dalam tujuan mencapai pembangunan ekonomi berkelanjutan (Azam *et. al.*, 2015). Menurut Almozaini (2019) sebagian besar kebutuhan dalam kehidupan memerlukan energi, yang artinya semakin berkembangnya zaman yang diiringi dengan pertumbuhan jumlah penduduk maka konsumsi energi juga akan semakin meningkat yang menandakan adanya peningkatan perekonomian.

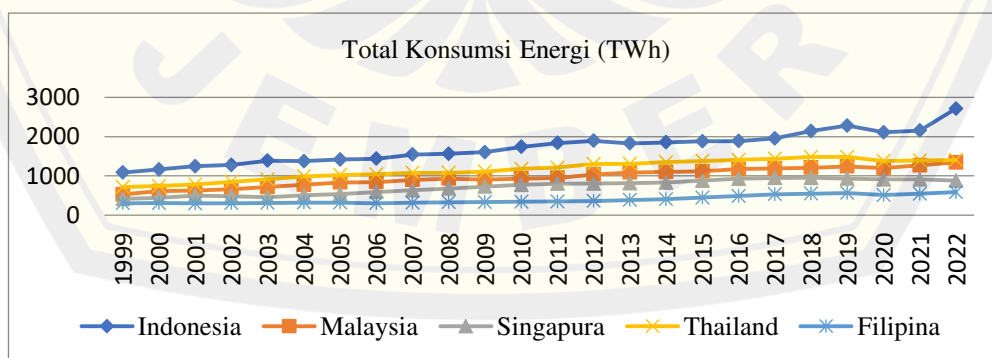
Konsumsi energi merupakan sarana yang dapat digunakan untuk menggerakkan industrialisasi perekonomian dan menjadi sarana akumulasi modal pembangunan yang bersifat komplementer maupun substitusi dalam hal untuk menghasilkan output-output dalam perekonomian. Menurut Yoo (2006) terdapat dua aspek utama dalam menganalisis hubungan antara energi dan pembangunan ekonomi, yaitu pertama, pembangunan ekonomi bergantung pada energi yang artinya setiap pembangunan ekonomi tidak terlepas dari energi. Kedua, pemanfaatan energi didasarkan pada kondisi pembangunan ekonomi tertentu, besar kecilnya konsumsi energi tergantung pada pembangunan ekonomi saat itu. Hal serupa juga ditegaskan oleh Rahman (2021) bahwa hampir semua kebutuhan

dalam kehidupan membutuhkan energi, sehingga seiring dengan perkembangan zaman dan semakin bertambahnya jumlah populasi maka konsumsi energi juga akan semakin meningkat yang mencerminkan terjadinya peningkatan perekonomian.



Gambar 1.1 Pertumbuhan GDP (persen) di Negara ASEAN 5 Tahun 1999-2014 (Sumber: *World Bank*, 2022)

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1 bahwa kondisi GDP di negara-negara ASEAN 5 mengalami fluktuatif pada setiap tahunnya. *International Monetary Fund* (IMF) menyatakan bahwa pada tahun 2009 pertumbuhan ekonomi dunia sedang mengalami krisis dan tumbuh hanya 2,8 persen. Sehingga, mengakibatkan negara industri yang mengalami penurunan hingga -3,4 persen. Terlebih tahun 2020 yang merupakan tahun terpuruknya perekonomian global akibat dari virus Covid-19 yang mampu melumpuhkan perekonomian di negara ASEAN 5. Haidar dan Firmasyah (2021) menyatakan bahwa Thailand menjadi negara dengan kondisi pertumbuhan ekonomi terparah pada tahun 2020 karena mengalami minus 8,3 persen dengan scenario terburuk minus 10,4 persen.



Gambar 1.2 Total Konsumsi Energi (TWh) di Negara ASEAN 5 (Sumber: *Our World in Data*, 2023, diolah)

Pada Gambar 1.2 menunjukkan bahwa penggunaan energi atau tingkat konsumsi energi di negara ASEAN 5 setiap tahunnya rata-rata stabil, kecuali Singapura tingkat konsumsinya menunjukkan fluktuatif. Menurut indikator Bank Dunia tahun 2014, konsumen energi terbesar adalah Indonesia, Thailand, Malaysia, Filipina, dan Singapura. Tahun 1999 menjadi tahun dasar penelitian karena pada tahun tersebut terbentuklah *ASEAN Centre for Energy (ACE)* yaitu komunitas negara ASEAN yang bertujuan untuk pertumbuhan ekonomi dan integrasi kawasan ASEAN dengan memfasilitasi kolaborasi multilateral dan kegiatan bersama secara kolektif di bidang energi. Diketahui bahwa Indonesia merupakan negara dengan tingkat konsumsi energi tertinggi dengan rata-rata mencapai 41399,41 TWh. Sedangkan, Filipina menjadi negara dengan konsumsi energi terendah yaitu 9502,95 TWh. Hampir seluruh kegiatan ekonomi Singapura bertumpu pada jenis bahan bakar energi, namun Singapura menjadi negara yang tidak memiliki sumber daya gas alam. Sehingga, total 95 persen kebutuhan energi Singapura di pasok oleh negara lain, seperti Australia, Indonesia, dan Malaysia.

Hubungan keterkaitan sektor energi dengan pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu aspek dalam perencanaan energi. Mengenai pengambilan keputusan yang berkaitan dengan perencanaan energi, maka munculnya paradigma baru mengenai keterkaitan antara konsumsi energi, ekonomi, dan juga lingkungan atau disebut dengan *EEE (Energy Environment Economics)*. Hal tersebut merupakan tanggapan dari adanya kenaikan konsumsi energi yang terjadi secara terus menerus hingga memacu terjadinya kerusakan ekologi atau terjadinya degradasi lingkungan (Mutascu, 2016). Melihat korelasi yang tinggi antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi, Chontanawat (2019) menyatakan dua perspektif mengenai hubungan konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. Pertama, energi hanyalah input perantara dalam proses produksi, namun dalam hal ini perekonomian akan tetap dapat tumbuh meskipun sumber daya alam dan energinya terbatas karena efisiensi penggunaan faktor energi lain dan sektor lain yang memengaruhi seperti kemajuan teknologi dan penggunaan energi terbarukan yang terus mengalami peningkatan. Kedua, konsumsi energi merupakan salah satu faktor pembatas pertumbuhan ekonomi. Efisiensi penggunaan faktor energi lain

dan kemajuan teknologi tidak dapat menjadi substitusi dari energi dalam proses produksi, sehingga apabila terjadi pembatasan energi maka memungkinkan pertumbuhan ekonomi akan mengalami penurunan. Berdasarkan dua perspektif tersebut, hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi menurut Tuna & Tuna (2019) dapat dilihat melalui empat hipotesis, yaitu *Growth Hypothesis Theory*, *Conservation Hypothesis*, *Neutral Hypothesis*, dan *Feedback-Hypothesis*. Masing-masing hipotesis tersebut menunjukkan hasil yang berbeda-beda, namun secara umum hipotesis tersebut melihat perspektif dominan yang saling kontradiktif mengenai hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi.

Secara teoritis dan empiris hubungan antara permintaan energi dan pertumbuhan ekonomi dijelaskan berdasarkan pada dua perbedaan pendapat ekonomi. Pertama, pada teori ekonomi neoklasik, yang menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi dan permintaan energi independen satu sama lain. Dengan kata lain, permintaan energi dianggap tidak memihak terhadap pertumbuhan ekonomi, sehingga tinggi atau rendahnya sumber daya energi tidak ada kaitannya dengan kondisi pertumbuhan ekonomi. Atau dapat diartikan bahwa konsumsi energi dan pertumbuhan tidak memiliki hubungan kausalitas (Younes, 2020). Pernyataan tersebut didukung oleh Singh & Vashista (2020) yang menyatakan bahwa di negara India antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi tidak memiliki hubungan keseimbangan jangka panjang dan tidak menunjukkan adanya hubungan kausalitas diantara keduanya. Namun, pernyataan tersebut dibantah oleh Apergis & Payne (2011) yang menyatakan bahwa adanya hubungan kausalitas dua arah antara konsumsi energi terbarukan dan tak terbarukan terhadap pertumbuhan ekonomi dalam jangka panjang maupun jangka pendek. Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Rahman (2021) bahwa di negara-negara BRICS dan ASEAN menunjukkan bahwa dalam jangka panjang, konsumsi energi terbukti positif dan memiliki hubungan kausalitas dengan pertumbuhan ekonomi. Dengan adanya fenomena, studi teoritis dan empiris seperti yang dijelaskan diatas, maka peneliti ingin mengkuantifikasi kausalitas antara konsumsi energi terbarukan, konsumsi energi fosil, dan pertumbuhan ekonomi di ASEAN 5.

1.2 Rumusan Masalah

Konsumsi energi merupakan salah satu indikator penggerak ekonomi. Sehingga besar kecilnya tingkat konsumsi energi perlu diperhatikan. Apabila penggunaan energi terlalu tinggi maka akan berdampak pada terjadinya degradasi lingkungan. Namun, penipisan konsumsi energi juga dapat menghambat upaya pertumbuhan ekonomi. Penelitian ini mencoba melihat bagaimana hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi di negara ASEAN 5 dengan menggunakan pendekatan uji kausalitas *Granger*. Maka rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana kausalitas antara konsumsi energi terbarukan dengan konsumsi energi fosil di ASEAN 5?
2. Bagaimana kausalitas antara konsumsi energi terbarukan dengan pertumbuhan ekonomi di ASEAN 5?
3. Bagaimana kausalitas antara konsumsi energi fosil dengan pertumbuhan ekonomi di ASEAN 5?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui kausalitas antara konsumsi energi terbarukan dengan konsumsi energi fosil di ASEAN 5.
2. Mengetahui kausalitas antara antara konsumsi energi terbarukan dengan pertumbuhan ekonomi di ASEAN 5.
3. Mengetahui kausalitas antara konsumsi energi fosil dengan pertumbuhan ekonomi di ASEAN 5.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Teori Pertumbuhan Endogen Romer

Teori pertumbuhan endogen Romer pertama kali dikemukakan oleh Paul Romer pada tahun 1986 dengan mengambil pengetahuan sebagai input dalam fungsi produksi. Teori ini bertujuan untuk menjelaskan pertumbuhan jangka panjang dengan melakukan endogenisasi pertumbuhan produktivitas atau kemajuan teknis (Gbadebo dan Chinedu, 2009). Secara struktural, teori pertumbuhan endogen memiliki kemiripan dengan teori pertumbuhan neo klasik yang dipelopori oleh Solow Swan, namun terdapat beberapa asumsi yang berbeda yakni terkait beberapa asumsi dan kesimpulan yang diambil. Pada teori neoklasik, faktor utama penyebab terjadinya perbedaan pendapatan antar negara yaitu karena terdapat perbedaan mekanisme alih pengetahuan, kapasitas investasi modal fisik, modal insani dan infrastruktur. Sementara itu, Romer (2019) menyatakan bahwa terdapat beberapa kelemahan dari teori neoklasik, yakni terkait dengan mengabaikan peran pemerintah, pertumbuhan tenaga kerja, dan perkembangan teknologi. Oleh karena itu, untuk memperbaiki kelemahan dari teori neoklasik, maka teori endogen Romer menyatakan bahwa faktor penentu pertumbuhan ekonomi adalah dengan memasukkan teknologi endogen, modal insani, dan modal fisik.

Pada teori pertumbuhan baru, tingkat tabungan memengaruhi pertumbuhan ekonomi jangka panjang, dimana tingkat tabungan dan pembentukan modal yang lebih tinggi memungkinkan investasi yang lebih besar dari sumber daya manusia. Model tersebut memperkirakan perekonomian akan tumbuh selamanya asalkan tidak kehabisan ide-ide baru atau kemajuan teknologi terus meningkat. Romer (2019) menekankan bahwa ilmu pengetahuan dan teknologi menjadi faktor penentu dalam cepat atau lambatnya laju pertumbuhan ekonomi suatu negara. Menurut Romer (2019) terdapat tiga elemen dalam pertumbuhan endogen, yakni (1) terdapat perubahan teknologi yang bersifat endogen yang

diperoleh melalui sebuah proses akumulasi yang terdapat dalam ilmu pengetahuan, (2) terciptanya ide-ide baru oleh perusahaan sebagai akibat dari adanya mekanisme luberan pengetahuan (*knowledge spillover*), (3) adanya produksi barang-barang konsumsi yang dihasilkan oleh beberapa faktor produksi yang berasal dari ilmu pengetahuan yang terus berkembang dan tumbuh tanpa batas.

Romer menyatakan bahwa fungsi produksi suatu perusahaan berbetuk sebagai berikut:

$$Y = A(R) F(R_i, K_i, L_i)$$

Dimana,

Y = Stok penelitaian publik dari penelitian dan pengembangan (R)

R_i = Stok hasil dari stok pengeluaran penelitian dan pengembangan

K_i = Persediaan modal perusahaan i

L_i = Persediaan tenaga kerja perusahaan i

Maksud dari R_i adalah teknologi yang digunakan di perusahaan i . Teknologi dapat menyebar dengan cepat ke seluruh negeri, sehingga kemajuan teknologi dapat diartikan semakin berkembangnya ide-ide baru yang sama dengan barang publik. Ketika ide-ide baru ditambahkan sebagai faktor produksi, maka skala keuntungannya akan cenderung meningkat. Sehingga, dalam model ini teknologi baru merupakan penentu utama pertumbuhan jangka panjang dan hal ini ditentukan oleh investasi terutama pada bidang teknologi. Romer beranggapan bahwa investasi dalam teknologi sebagai faktor endogen dalam hal perolehan pengetahuan baru oleh perusahaan yang memaksimalkan keuntungan secara rasional. Dari penjelasan tersebut, maka fungsi produksi agregat dari teori endogen sebagai berikut:

$$Y = F(A, K, L)$$

Dimana:

Y = Output riil agregat

K = Stok modal

L = Stok tenaga kerja

A = Teknologi (kemajuan teknologi)

Teknologi dipandang sebagai faktor endogen karena memiliki keterkaitan dengan energi. Sebagian besar teknologi pada saat ini bergantung pada ketersediaan energi yang berguna untuk menggerakkannya. Teknologi yang dimaksud yaitu seperti tanaman, mesin, dan sejenisnya. Tanpa pasokan energi yang memadai (dalam hal ini listrik atau minyak bumi) maka teknologi tidak ada gunanya. Energi bukan satu-satunya penentu teknologi, namun merupakan faktor penting untuk memastikan bahwa teknologi dapat dimanfaatkan. Konversi energi dari kondisi mentah menjadi energi bermanfaat sangat berorientasi pada teknologi. Sifat energi yang berorientasi pada teknologi, maka dapat diketahui bahwa produksi energi juga bersifat pada modal. Mesin-mesin dibutuhkan untuk menghasilkan energi yang dapat digunakan. Hal ini berarti, investasi besar harus dilakukan pada energi dengan tujuan untuk mencapai efisiensi energi. Berkaitan dengan hal tersebut, selain investasi maka modal dan tenaga kerja juga digunakan bersama sebagai sumber energi dalam model pertumbuhan endogen.

2.1.2 Hipotesis Pertumbuhan Ekonomi Kuznets

Hipotesis pertumbuhan ekonomi Kuznets pertama kali diperkenalkan oleh Simon Kuznets yang menjelaskan hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan perbedaan pendapatan yang dapat digambarkan dengan kurva berbentuk U terbalik. Kurva Kuznets atau dikenal dengan istilah *Environmental Kuznets Curve* (EKC) merupakan proses pertumbuhan yang dilakukan melalui sektor modern yang pada awalnya mengakibatkan peningkatan perbedaan pendapatan di antara rumah tangga, kemudian mencapai tingkat pendapatan rata-rata tertentu yang pada akhirnya akan menurun (Yuliani, 2015). Selain dari faktor sosial, ekonomi, dan politik, faktor lain yang menyebabkan pola perubahan pada kurva Kuznets adalah terpusatnya modal dari kelompok pendapatan tinggi dan pergeseran penduduk dari sektor tradisional menjadi sektor modern. Konsep kurva Kuznets kemudian diperluas pada bidang ekonomi energi. Energi memiliki peran penting dalam upaya pembangunan ekonomi. Semakin meningkatnya proses industrialisasi pada suatu negara maka akan mendorong semakin meningkatnya permintaan energi. Selain itu, ekspor energi dapat menjadi sumber penghasilan negara dan menjadi

modal pembangunan ekonomi suatu negara. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi berhubungan erat dengan energi, sehingga dapat ketika *output* mencapai nilai tertinggi maka diperkirakan tingkat konsumsi energi akan mengalami kenaikan (Huang *et. al.*, 2008). Hubungan antara energi dan *output* agregat sedemikian sehingga peningkatan GDP dapat dipengaruhi oleh: (1) substitusi antara energi dan *input* lainnya, (2) kemajuan teknologi, (3) pergeseran komposisi *input* energi, (4) pergeseran komposisi *output*.

Menurut Tuna & Tuna (2019) terdapat empat hipotesis yang menunjukkan hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi, diantaranya:

a. Hipotesis Pertumbuhan (*Growth Hypothesis*)

Asumsi dalam hipotesis pertumbuhan adalah konsumsi energi memainkan peran penting dalam proses pertumbuhan ekonomi secara langsung atau sebagai pelengkap tenaga kerja dan modal. Hipotesis ini menjelaskan kondisi dimana konsumsi energi konvensional memberikan kontribusi penting terhadap produktivitas perekonomian, sehingga mengarah pada peningkatan pertumbuhan ekonomi. Selain itu, pada hipotesis ini menjelaskan bahwa energi merupakan input penting dalam proses produksi. Oleh karena itu, hubungan sebab akibat antara pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi merupakan hubungan satu arah dan produksi dipengaruhi oleh implementasi kebijakan energi. Maka dapat disimpulkan bahwa hipotesis pertumbuhan didasari oleh adanya hubungan kausalitas searah dari konsumsi energi terhadap pertumbuhan ekonomi.

b. Hipotesis Konservasi (*Conservation Hypothesis*)

Asumsi yang mendasari hipotesis konservasi adalah konsumsi energi yang ditentukan oleh pertumbuhan ekonomi. Dalam hipotesis ini terdapat dua kemungkinan hubungan, yaitu hubungan positif dimana pertumbuhan ekonomi akan menaikkan tingkat konsumsi energi atau hubungan negatif, dimana pertumbuhan ekonomi akan menurunkan tingkat konsumsi energi konvensional. (Mirshra & Kumar, 2020). Dengan demikian, maka dapat disimpulkan bahwa hipotesis konservasi didukung apabila terdapat hubungan searah antara pertumbuhan ekonomi terhadap konsumsi energi. Dalam situasi ini, adanya

kebijakan konservasi energi yang dirancang untuk mengurangi konsumsi energi tidak akan berdampak buruk pada pertumbuhan ekonomi.

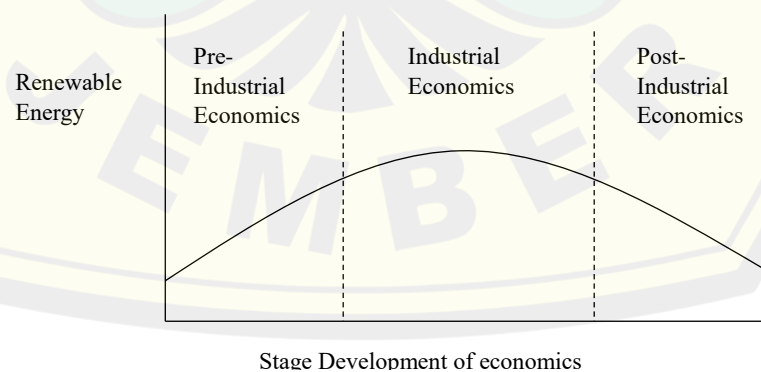
c. Hipotesis Netralitas (*Neutral Hypothesis*)

Hipotesis netralitas bertumpu pada asumsi bahwa konsumsi energi memiliki peran yang relatif kecil dalam proses pertumbuhan ekonomi. Namun kedua variabel tersebut bersifat independen sehingga tidak dapat saling memengaruhi. Maka dalam hal ini, dapat disimpulkan bahwa hipotesis netralitas merupakan hipotesis yang menunjukkan bahwa antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi tidak ada hubungan sebab akibat atau tidak adanya kausalitas antara kedua variabel tersebut.

d. Hipotesis Umpan Balik (*Feedback Hypothesis*)

Hipotesis umpan balik merupakan asumsi yang menunjukkan bahwa adanya hubungan ketergantungan antara konsumsi energi dengan pertumbuhan ekonomi. Hubungan ketergantungan ini menunjukkan bahwa kebijakan konservasi energi yang mengurangi konsumsi energi juga dapat berdampak pada pertumbuhan ekonomi. Demikian pula, perubahan pertumbuhan ekonomi juga dapat berdampak pada konsumsi energi. Dengan demikian, maka dapat disimpulkan bahwa hipotesis umpan balik merupakan hipotesis yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan kausalitas dua arah antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi.

Gambar 2. 1 Kurva RKC *U-Shaped*



Conservation hypothesis menjadi satu-satunya hipotesis yang sejalan dengan teori RKC *U-shaped* (Gambar 2.1) yang menyatakan bahwa peningkatan pendapatan negara akan memengaruhi konsumsi energi terbarukan (Mirshra & Kumar, 2020). Peralihan dari perekonomian pra-industri yang bergantung pada sektor agrikultur menjadi negara industri menyebabkan penurunan konsumsi energi terbarukan. Pada kondisi ini, maka suatu negara berupaya untuk meningkatkan produktivitasnya. Ketika struktur ekonomi didukung oleh sektor jasa maka secara perlahan konsumsi energi terbarukan akan mengalami peningkatan. Yang mana pertumbuhan ekonomi yang dipengaruhi oleh konsumsi energi terbarukan akan menunjukkan diterimanya *growth hypothesis*. Produktivitas ekonomi yang didukung oleh energi terbarukan akan mencegah terjadinya krisis energi.

2.2 Kerangka Konseptual

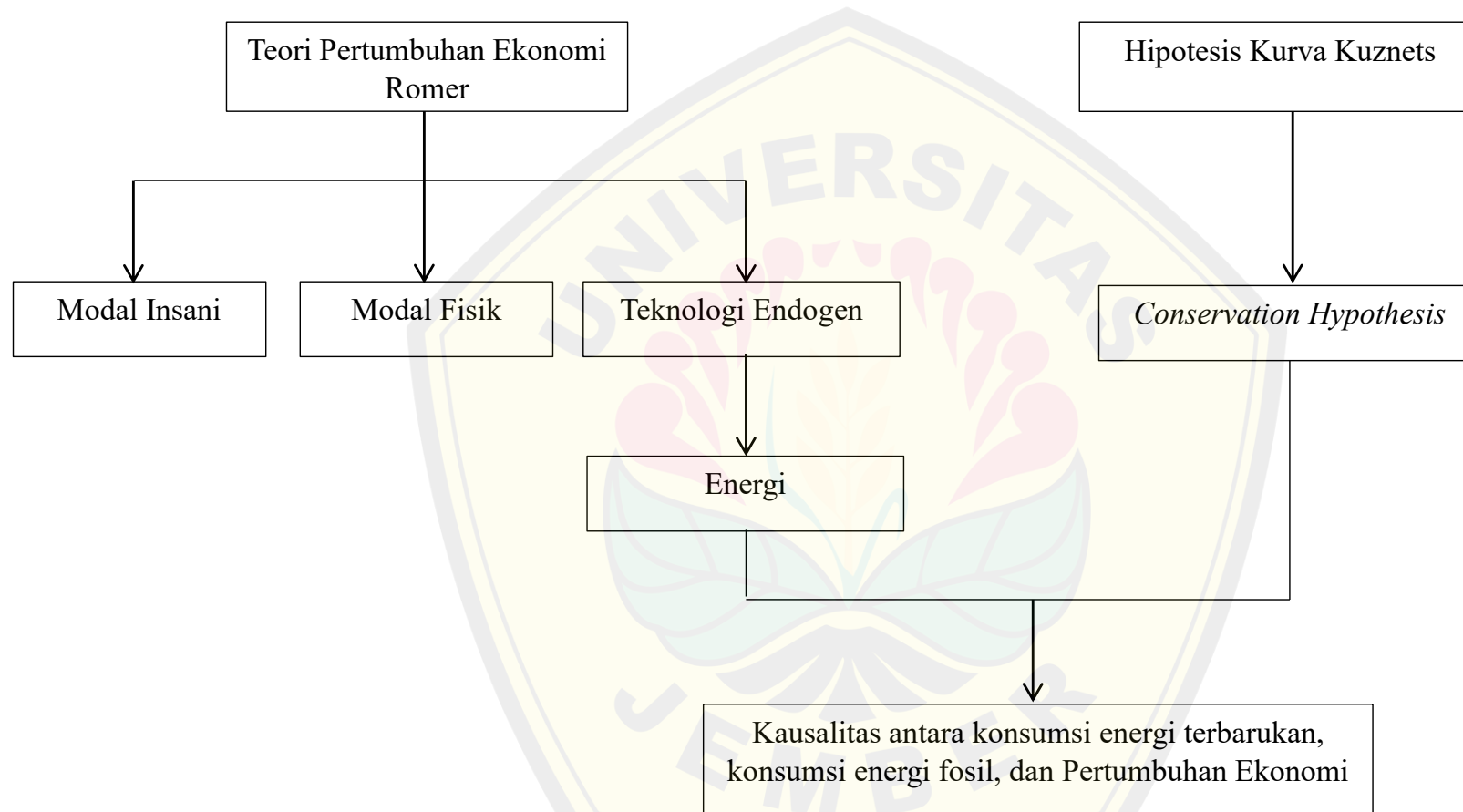
Kerangka konseptual merupakan kerangka pemikiran dalam sebuah penelitian yang menunjukkan gambaran dalam mencapai tujuan sebuah penelitian. Kerangka konseptual digunakan sebagai fokus dan pedoman penelitian. Sugiyono (2018) menjelaskan bahwa kerangka konseptual adalah kerangka variabel dan argumentasi besaran variabel yang menjadi objek dalam penelitian. Fokus penelitian ini adalah melihat kausalitas antara konsumsi energi terbarukan, konsumsi energi fosil, dan pertumbuhan ekonomi di ASEAN 5.

Salah satu faktor terbesar yang memengaruhi pertumbuhan ekonomi, yaitu tanah dan kekayaan alam. Energi memiliki peranan penting dalam ekonomi dari sisi permintaan (*demand*) maupun dari sisi penawaran (*supply*) (Chontanawat *et. al.*, 2019). Besar kecilnya kekayaan alam yang dimiliki suatu wilayah akan berpengaruh dalam usaha untuk membangun perekonomian. Kekayaan alam yang dimaksud adalah sumber daya alam energi yang diambil dari energi alam. Contohnya seperti sumber daya alam energi terbarukan (panas bumi, sinar matahari, air, dan angin) dan sumber daya alam energi tidak terbarukan (minyak bumi, batu bara, dan gas alam). Gholizadeh (2020) mengatakan bahwa ketersediaan energi sangat dibutuhkan dalam kehidupan masyarakat terutama saat menjalankan aktivitas perekonomian. Namun, pada kenyataannya permasalahan

yang merata di antara negara ASEAN 5 adalah terkait dengan tidak merata dan tidak efisiennya penggunaan energi. Hal ini dikarenakan pengelolaan sumberdaya energi lebih difokuskan pada energi yang bersifat tidak terbarukan atau energi fosil sedangkan penggunaan energi terbarukan masih sangat rendah.

Keterkaitan antara sektor energi dan pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu aspek dalam perencanaan energi. Terdapat beberapa pandangan mengenai hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi, Bui (2020) berpendapat bahwa konsumsi energi dapat meningkatkan laju pertumbuhan GDP, hal ini dikarenakan energi digunakan sebagai kekuatan pendorong industri karena kontribusinya terhadap peningkatan tingkat produksi, maka dapat dikatakan bahwa energi mampu untuk mendukung peningkatan perekonomian. Selain aspek tersebut, Dincer *et. al.*, (2017) mengungkapkan bahwa terdapat hubungan kausalitas dua arah antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. Yang mana dalam situasi ini, negara-negara yang memiliki pertumbuhan ekonomi yang tinggi akan cenderung mengonsumsi lebih banyak energi.

Berdasarkan pada sudut pandang teoritis, terdapat empat kemungkinan jenis hubungan sebab akibat antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi, yaitu hipotesis pertumbuhan, hipotesis konservasi, hipotesis umpan balik dan hipotesis netralitas (Apergis dan Payne, 2011). Keempat jenis hipotesis tersebut digunakan untuk mengidentifikasi hubungan kausalitas antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi dan berlaku untuk semua negara termasuk negara dengan tingkat pendapatan rendah, menengah, maupun tinggi (Chen *et. al.*, 2018). Hipotesis konservasi menyiratkan hubungan terbalik antara pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi. Selanjutnya, hipotesis umpan balik menunjukkan adanya hubungan timbal balik antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi.



Gambar 2.2 Kerangka Konseptual

2.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian merupakan dugaan sementara sebelum melaksanakan penelitian berdasarkan pada literatur sebelumnya. Dalam melaksanakan penelitian terdapat hipotesis atau dugaan sementara terkait hasil akhir penelitian yang akan menjadi acuan dalam menganalisis hasil akhir penelitian. Berdasarkan kerangka pemikiran, acuan teoritis dan studi empiris dari penelitian-penelitian terdahulu, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Diduga terdapat kausalitas antara konsumsi energi terbarukan dengan konsumsi energi fosil.
2. Diduga terdapat kausalitas konsumsi energi terbarukan dengan pertumbuhan ekonomi.
3. Diduga terdapat kausalitas konsumsi energi fosil dengan pertumbuhan ekonomi.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Jenis penelitian ini adalah penelitian kausalitas, yaitu penelitian yang bertujuan untuk mencari hubungan sebab akibat sehingga dapat diketahui variabel mana yang memengaruhi dan variabel mana yang dipengaruhi. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Berupa data panel yaitu gabungan dari data *time series* dan *cross section* dengan rentang waktu penelitian 24 tahun yaitu dari tahun 1999-2022. Penentuan periode waktu yang digunakan untuk penelitian ini didasari pada fluktuasi tingkat konsumsi energi di ASEAN 5 yang terus mengalami peningkatan. Tahun 1999 menjadi tahun dasar penelitian karena pada tahun tersebut terbentuklah *ASEAN Centre for Energy* (ACE) yaitu komunitas negara ASEAN yang bertujuan untuk pertumbuhan ekonomi pada sektor energi. Fokus penelitian dilakukan di negara ASEAN 5 yaitu Indonesia, Malaysia, Singapura, Thailand, Filipina yang merupakan negara dengan tingkat konsumsi energi tertinggi. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian didapat dan dikelola oleh pihak ketiga yang sudah dipublikasikan. Data sekunder diambil dari *World Bank*, *Our World in Data* dan jurnal terkait dengan penelitian.

3.2 Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini terdapat tiga tahapan pengolahan data sehingga dapat memberikan output yang diinginkan. Proses pengolahan data meliputi pengumpulan data, pemasukan data, dan pengolahan data hingga menunjukkan output yang sesuai. Data yang dikumpulkan berasal dari sumber atau sistem resmi *World Bank* dan *Our World in Data*. Kemudian, data diinput dan diolah atau dilakukan pengujian. Metode analisis kuantitatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kausal-komparatif. Metode ini merupakan teknik analisis terkait dengan hubungan sebab-akibat antara variabel bebas dan variabel terikat. Yang

termasuk dalam metode analisis kausal-komparatif adalah uji stationeritas dengan menggunakan *Unit Root Test* dan Uji Kausalitas Granger.

3.2.1 Uji Stationeritas

Unit Root Test adalah metode pengujian yang digunakan untuk mengetahui stationeritas atau tidak stationeritas pada data. Data dikatakan stationer apabila data tersebut berada pada keseimbangan disekitar nilai rata-rata yang konstan selama waktu tertentu dan variansi di sekitar rata-rata tersebut konstan selama waktu tertentu (Sugiyanto, 2017). Pada penelitian ini *unit root test* yang digunakan adalah *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) untuk menguji hipotesis nol dari *unit root*. Dengan menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) maka asumsi kesalahan bersifat homogen dan independen dimana lag akan memengaruhi hasil pengujian. Selain itu, dengan menggunakan uji ADF, jika semua variabel yang diperoleh tidak stationer pada levelnya maka dapat ditransformasikan menjadi stationer dengan mengalukan proses turunan pertama (*first difference*) dari data (Nuryanto dan Rifai, 2017). Apabila suatu data tidak stationer pada orde nol (orde 0) atau pada tingkat level, maka stationeritas data tersebut dapat dicari melalui orde berikutnya sehingga diperoleh tingkat stationeritas pada order ke-n (*first difference*) atau orde I dan seterusnya.

3.2.2 Uji Kausalitas Granger

Uji kausalitas Granger merupakan metode analisis yang digunakan untuk melihat hubungan kausalitas antara dua variabel sehingga dapat diketahui apakah kedua variabel tersebut saling memberikan pengaruh (hubungan dua arah atau timbal balik), memiliki hubungan yang searah atau bahkan tidak memiliki hubungan yang saling memengaruhi (Roy, 2014). Salah satu kelebihan dari uji kausalitas Granger adalah uji ini jauh lebih baik dan lebih bermakna dibanding dengan uji yang berdasarkan pada korelasi biasa. Pada pengujian ini dapat diketahui kejelasan terkait arah hubungan dari dua variabel yang diduga saling mempunyai hubungan. Tujuan uji kausalitas Granger adalah untuk mengetahui apakah variabel X memengaruhi variabel Y atau sebaliknya, variabel Y memengaruhi variabel X. Selain itu, untuk mengetahui hubungan antara variabel

X dengan Y memiliki hubungan yang saling timbal balik (dua arah), atau tidak ada hubungan sama sekali antara variabel X dan Y.

3.3 Definisi Operasional

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini memberikan pemahaman mengenai definisi operasional yang telah digunakan oleh peneliti. Definisi operasional dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pertumbuhan Ekonomi (GDP) (persen)

Pertumbuhan Ekonomi (GDP) merupakan pendapatan yang diperoleh secara domestik pada proses produksi barang dan jasa termasuk yang diperoleh oleh orang asing. Pertumbuhan ekonomi adalah proses perubahan kondisi perekonomian suatu negara menuju keadaan yang lebih baik selama periode tertentu. Adanya pertumbuhan ekonomi merupakan indikasi keberhasilan pembangunan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi dinyatakan dalam presentase (%). Data pertumbuhan ekonomi diperoleh dari *World Bank*.

2. Konsumsi Energi Terbarukan (TWh)

Konsumsi Energi Terbarukan adalah kegiatan menghabiskan energi terbarukan, dengan keterlibatan upaya perluasan lapangan kerja dan membentuk proyek pembangunan energi yang bertujuan pada pertumbuhan ekonomi. Konsumsi Energi Terbarukan berupa panas bumi, biomassa, tenaga surya, angin, air, nuklir. Konsumsi Energi Terbarukan dinyatakan dalam satuan *Tera Watt hour* (TWh). TWh adalah satuan energi, dimana energi yang dikirim oleh perantara listrik yang diukur dan diberi biaya menggunakan TWh. Data konsumsi energi terbarukan diperoleh dari *Our World in Data*.

3. Konsumsi Energi Fosil (TWh)

Konsumsi Energi Fosil merupakan pemanfaatan atau penggunaan energi yang dihasilkan dari sumber daya yang bernilai ekonomis namun tidak dapat diperbarui. Bahan bakar fosil terdiri dari batu bara, minyak bumi, dan produk gas alam yang terkubur dalam perut bumi dengan tujuan digunakan untuk menghasilkan energi. Konsumsi energi fosil dinyatakan dalam satuan

Tera Watt hour (TWh). TWh adalah satuan energi, dimana energi yang dikirim oleh perantara listrik diukur dan diberi biaya menggunakan TWh. Data konsumsi energi fosil diperoleh dari *Our World in Data*.

Tabel 3.1 Data dan Sumber

Variabel	Satuan	Sumber Data	Periode
Pertumbuhan Ekonomi (GDP)	Persen (%)	<i>World Bank</i>	1999-2022
Konsumsi Energi Terbarukan (KET)	<i>Tera Watt hour</i> (TWh)	<i>Our World in Data</i>	1999-2022
Konsumsi Energi Fosil (KEF)	<i>Tera Watt hour</i> (TWh)	<i>Our World in Data</i>	1999-2022

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Geografis Wilayah Negara ASEAN 5

Secara geografis negara ASEAN 5 memiliki posisi di kawasan Asia Tenggara. Indonesia adalah negara kepulauan terluas di Asia Tenggara dengan luas daratannya mencapai 1.906 juta km² dan luas lautannya sebesar 3.110 juta km² dengan garis pantai sepanjang 108.000 km. Jumlah populasi penduduk terbesar dibandingkan dengan 4 negara lainnya yaitu mencapai 279,6 juta jiwa (Statistik Indonesia, 2022). Wilayah Indonesia berada pada posisi yang strategis dan menguntungkan karena berada diantara benua Asia dan Benua Australia terletak di daerah tropis yang panasnya merata sepanjang tahun dan memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Oleh sebab itu, Indonesia menjadi negara dengan kekayaan flora, fauna, serta sumber mineral yang melimpah sehingga dapat menunjang perdagangan dan menambah sumber devisa negara. Selain itu, Indonesia juga terletak pada daerah lipatan muda sehingga memungkinkan terjadinya eksploitasi terhadap sumber mineral seperti minyak bumi, batu bara, besi nikel dan lain-lain.

Negara kedua adalah Malaysia, dengan letak geografis yang terdiri atas dua bagian besar wilayah daratan yaitu Malaysia barat atau disebut dengan Semenanjung (Peninsula) dan Malaysia timur yang meliputi Sabah dan Sarawak. Malaysia memiliki luas lahan 392.718 km² dengan jumlah penduduk mencapai 25,3 juta jiwa. Kondisi geologis terdiri dari pegunungan-pegunungan rendah dan tidak termasuk gunung berapi. Kondisi geologis tersebut memberikan keuntungan bagi wilayah Malaysia yaitu hasil komoditi pertanian dan hasil tambang yang diperoleh cukup melimpah. Melalui sektor pertanian, karet dan minyak sawit menjadi komoditas ekspor terbesar di Malaysia.

Selanjutnya, Singapura yang merupakan salah satu negara maju di kawasan ASEAN yang terkenal sebagai negara yang memiliki keunggulan dalam membuat dan memanfaatkan teknologi. Total luas daratannya hanya sebesar 710 km², sedangkan jumlah populasi Singapura pada tahun adalah 6.019.347 jiwa

dengan tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 0,64 persen. Singapura memiliki luas lahan yang relatif kecil dibandingkan dengan luas negara ASEAN 5 lainnya dan menyebabkan sumber daya alam yang dimilikipun terbatas. Oleh sebab itu, Singapura mengembangkan diri dalam sektor industri, perdagangan, dan jasa. Komoditas utamanya adalah mesin dan peralatan (termasuk elektronik, telekomunikasi, obat dan bahan kimia lainnya).

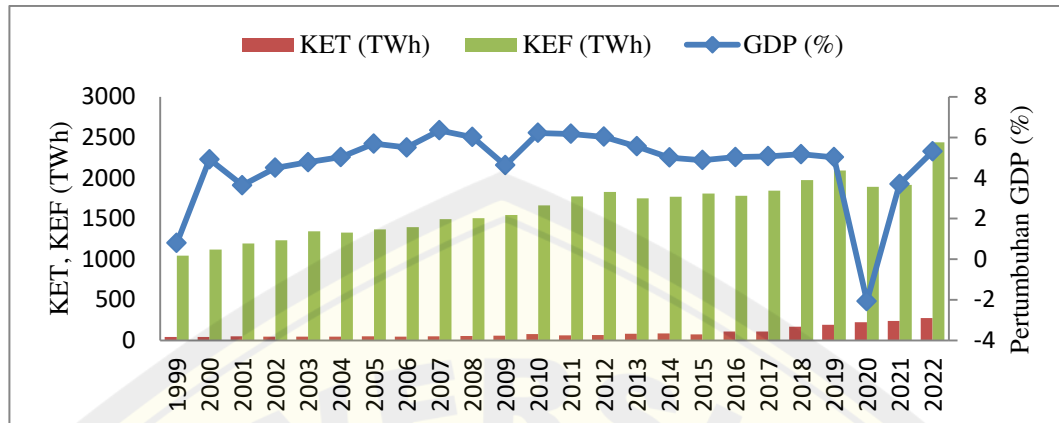
Negara keempat adalah Thailand, dengan total luas daratan sebesar 513.120 km² serta luas perairan sebesar 2.230 km² dengan jumlah total populasi adalah 69.648.117 jiwa. Thailand memiliki kondisi alam yang beriklim tropis dan tanah yang subur, sehingga menjadi salah satu negara yang sukses mengembangkan sektor pertaniannya. Hasil pertanian utamanya adalah beras, jagung, kayu gelondongan, tapioka, buah-buahan, dan karet untuk diekspor. Terakhir, negara Filipina yang memiliki luas mencapai 300.000 km² dengan luas daratan 298.170 km² dan luas lautan sebesar 1.830 km². Jumlah populasi sebesar 109.035.343 jiwa. Filipina menjadi negara dengan kondisi tanah yang subur dan memiliki banyak gunung api besar di beberapa wilayahnya. Sehingga kondisi tersebut, cocok untuk kegiatan pertanian dan agraris. Komoditas utamanya adalah sektor pertanian seperti padi dan beras yang menjadi komoditas ekspor terbesarnya. Selain itu, perekonomian negara Filipina juga ditopang oleh sektor industri seperti pada bidang pengolahan makanan, tekstil, otomotif, dan elektronik.

4.1.1 Gambaran Perkembangan Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi di ASEAN 5

1. Indonesia

Indonesia merupakan ekonomi terbesar di antara negara ASEAN 5, hal ini disebabkan oleh nilai GDP yang terus mengalami peningkatan dari tahun ke-tahun. Salah satu kunci pertumbuhan ekonomi Indonesia adalah energi. Indonesia kaya akan sumber daya komoditas terutama batu bara, gas alam, logam, serta produk pertambangan dan pertanian lainnya. Konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi memiliki hubungan dua arah yang berarti jika pertumbuhan ekonomi

semakin meningkat maka akan mengakibatkan permintaan energi akan meningkat juga (Yildirim *et.al.*,2012).



Gambar 4.1 GDP, Konsumsi energi terbarukan, dan konsumsi energi fosil di Indonesia tahun 1999-2022 (Sumber: *Our World in Data*, 2023, diolah)

Pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi di Indonesia mengalami kondisi yang fluktuatif. Tahun 2000 menjadi awal pertumbuhan GDP mulai mengalami peningkatan, namun pada tahun 2009 terjadi penurunan pertumbuhan GDP akibat dari adanya tekanan global yang berakibat pada sektor riil. Kemudian pada tahun 2020 pertumbuhan ekonomi di Indonesia kembali mengalami kontraksi pertumbuhan sebesar 2,07 persen akibat dari terjadinya Covid-19 yang turut memukul perekonomian (BP Statistik Indonesia, 2021). Sedangkan tingkat konsumsi energi terbarukan dan konsumsi energi fosil menunjukkan kondisi ketidak seimbangan. Dari tahun 1999-2022 energi fosil masih mendominasi bauran energi nasional hingga 87,4 persen. Sedangkan pemanfaatan energi terbarukan hanya sebesar 12,6 persen.

Indonesia merupakan negara yang memiliki berbagai sumber daya alam yang melimpah yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya energi dalam melaksanakan pembangunan. Namun seiring berjalannya waktu, ketersediaan sumber daya alam tersebut semakin menipis. Selama 10 tahun terakhir, produksi minyak bumi nasional terus mengalami tren penurunan akibat dari yang semula 949 ribu barel per hari pada tahun 2009 menjadi 778 ribu barel per hari pada tahun 2018. Merosotnya produksi minyak nasional disebabkan oleh mayoritas lapangan migas yang ada saat ini usianya sudah tua sehingga menyebabkan

terjadinya penurunan produksi. Di sisi lain, pemerintah masih berupaya terus untuk melakukan eksplorasi migas baru untuk menutup defisit produksi dari sumur yang ada. Kendala di sektor hulu tersebut menjadikan Indonesia tidak mampu memenuhi kebutuhan minyak bumi dalam negeri secara mandiri. Pada akhirnya, keadaan tersebut membuat Indonesia haru melakukan impor minyak bumi dengan rasio sekitar 35% (Dewan Energi Nasional, 2019).

Faktanya, hingga saat ini Indonesia memang masih menghadapi persoalan dalam mencapai target pembangunan energi. Ketergantungan terhadap energi fosil terutama minyak bumi dalam pemenuhan konsumsi di Indonesia masih tinggi mencapai angka 96 persen (minyak bumi 48 persen, batubara 30 persen, dan gas alam 18 persen). Berdasarkan data konsumsi energi fosil yang dirangkum dari BP *Statistical Energy Book 2016*, dari tahun 1978-2015 minyak bumi adalah jenis energi fosil yang paling banyak dikonsumsi di Indonesia. Akibat tingginya penggunaan energi fosil, mengakibatkan semakin menipisnya cadangan energi fosil dan belum diimbangi dengan penemuan cadangan baru (Krkoskova, 2021). Namun demikian, Aswadi *et. al.*, (2023) menyebutkan bahwa Indonesia merupakan salah satu produsen dan eksportir batubara terbesar di dunia, sekitar 83 persen dari produksi batubara mampu dieskpor ke Cina dan India. Di sisi lain, Penggunaan energi terbarukan (surya, angin, dan laut) masih rendah di seluruh wilayah Indonesia terutama untuk sektor ketenagalistrikan. Hal ini disebabkan oleh tingginya harga produksi pembangkit energi terbarukan sehingga mengakibatkan sulit bersaingnya dengan pembangkit energi fosil terutama batubara. Selama tahun 1975-2015, rata-rata konsumsi energi terbarukan hanya mengalami peningkatan sebesar 9 persen dengan jenis energi terbarukan yang paling banyak digunakan adalah air dan angin. Namun diketahui bahwa hingga saat ini transformasi energi fosil ke energi baru terbarukan tetap diusahakan, karena agar suplai energi tetap stabil dan tidak mengalami kekurangan.

Salah satu upaya pemerintah di dalam mewujudkan ketahanan energi adalah dengan mengeluarkan kebijakan. Pada tanggal 17 Oktober 2014 melalui Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 terbentuklah Kebijakan Energi Nasional atau KEN. Kebijakan Energi Nasional merupakan pedoman untuk

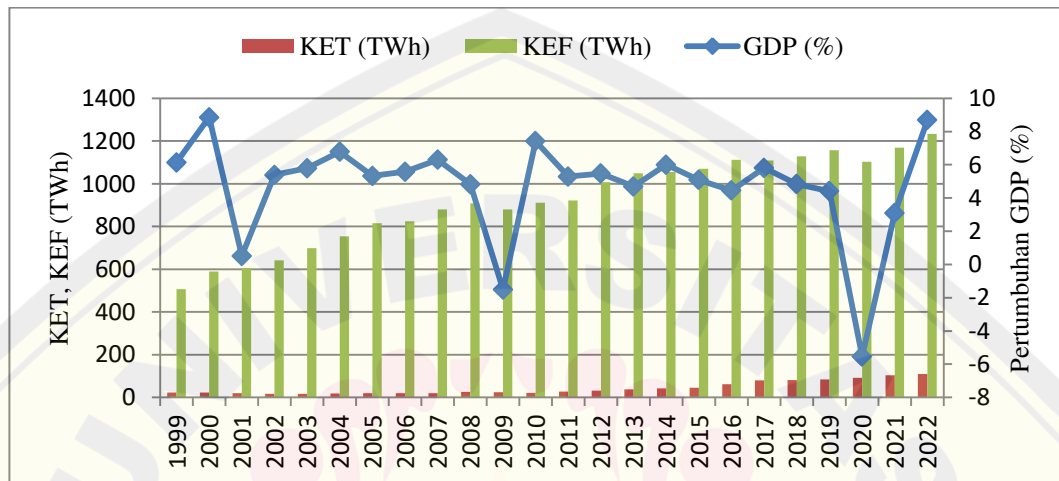
memberi arah pengelolaan energi nasional guna mewujudkan kemandirian energi dan ketahanan energi nasional untuk mendukung pembangunan nasional berkelanjutan. Arah kebijakan energi dibuat dengan berpedoman pada paradigma bahwa sumber daya energi tidak lagi dijadikan sebagai komoditas eksor semata, melainkan sebagai modal pembangunan nasional. Kebijakan tersebut diharapkan dapat terealisasi sebagai bentuk peningkatan pemanfaatan konsumsi energi terbarukan benar-benar terwujud. Herdyanti (2021) menyebutkan bahwa karena energi fosil yang tidak selamanya tersedia, maka energi yang ramah lingkungan perlu semakin dikembangkan pemanfaatannya. Selain itu, target yang optimis juga diharapkan dapat mencapai target pertumbuhan ekonomi di Indonesia.

2. Malaysia

Malaysia adalah negara berkembang yang pertumbuhan ekonominya bergantung pada sumber daya energi yang melimpah sehingga memiliki perpaduan sumber daya energi yang baik seperti minyak, gas alam, batu bara, dan energi terbarukan seperti biomassa, matahari, dan air. Sektor manufaktur, sektor transportasi, dan sektor domestik (perumahan, komersial, dan pertanian) yang merupakan konsumen energi utama di Malaysia. Saat ini, Malaysia telah terbukti berhasil memperluas jaringan struktur energinya dengan memasukkan lebih banyak gas alam dan batu bara ke dalam pembangkit listriknya. Namun, Shafi *et. al.*, (2011) menyatakan bahwa meskipun memiliki banyak sumber daya energi yang melimpah, Malaysia lebih banyak bergantung pada bahan bakar fosil untuk sektor industri dan transportasi.

Pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa tingkat konsumsi energi tak terbarukan atau energi fosil jauh lebih besar dibandingkan dengan tingkat konsumsi energi terbarukan dengan jumlah rata-rata hanya 3,1 persen sedangkan konsumsi energi fosil mencapai rata-rata 96,2 persen pada tahun 1999-2022. Pada tahun 2009, 94,5 persen listrik dihasilkan dengan menggunakan bahan bakar fosil seperti gas alam, batu bara, minyak diesel, dan bahan bakar minyak. Hingga mengakibatkan tingkat konsumsi energi terbarukan turun dan hanya tumbuh sebesar 2,27 persen. Sedangkan untuk pertumbuhan GDP di Malaysia

menunjukkan kondisi yang fluktuatif, dan tahun 2009 adalah tahun terpuruknya pertumbuhan GDP karena mencapai nilai -1.5 persen. Namun pada tahun 2016, pertumbuhan ekonomi Malaysia menunjukkan peningkatan sebesar 1,5 persen meningkat menjadi 2,37 persen pada tahun 2017 dengan adanya kemajuan tertentu di bidang ekonomi.



Gambar 4.2 GDP, Konsumsi energi terbarukan, dan konsumsi energi fosil di Malaysia tahun 1999-2022 (Sumber: *Our World in Data*, 2023, diolah)

Malaysia memiliki potensi besar dalam sumber energi terbarukan namun belum dimanfaatkan dengan baik. Namun, baru-baru ini pemanfaatan sumber daya energi terbarukan mulai ada perkembangan akibat dari pembentukan kebijakan *green economy* dan skema energi terbarukan yang konkret serta adanya lembaga khusus sejak tahun 2010-an. Namun, faktanya konsumsi pengguna akhir seperti di sektor transportasi dan industri masih sangat bergantung pada bahan bakar fosil. Sebenarnya, pada tanggal 9 April 2009, Malaysia telah memperkenalkan kebijakan *green technology* yang bertujuan untuk memfasilitasi pengembangan pengetahuan masyarakat tentang cara penggunaan energi terbarukan dengan baik. Namun, menurut Azlina (2012) pengembangan energi terbarukan di Malaysia cukup lamban karena komitmen yang tidak mencukupi sehingga sektor energi masih sangat bergantung pada bahan bakar tak terbarukan seperti fosil dan gas alam sebagai sumbernya energi. Akibatnya, keamanan energi dan lingkungan akan terancam karena sumber-sumber tersebut akan menguras

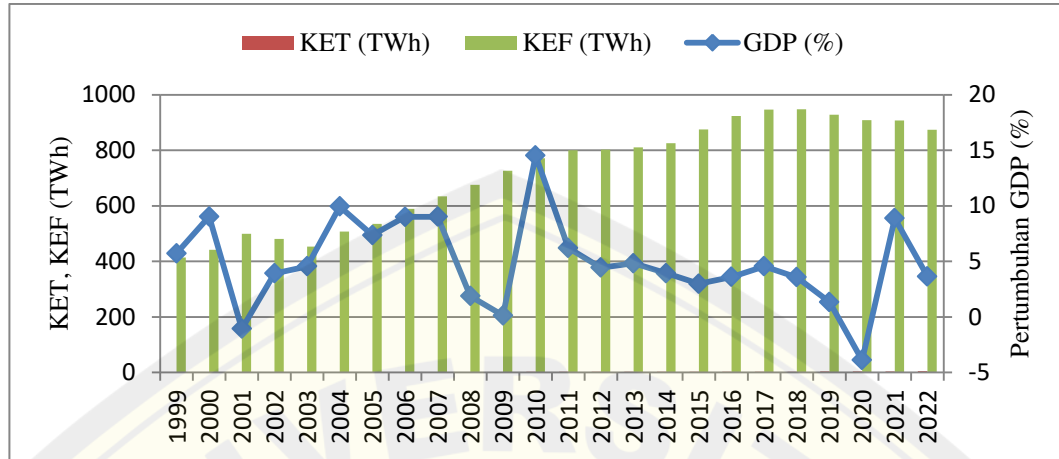
habis dan juga merusak lingkungan. Oleh sebab itu, Aldhshan *et.al.*, (2021) menyatakan bahwa saat ini, Malaysia membutuhkan kebijakan energi nasional yang bersinergi dan perlu mengubah kebijakan otomotif nasional menjadi kebijakan transportasi nasional holistik dengan tujuan mengurangi penggunaan energi fosil di sektor transportasi. Selain itu, Malaysia perlu mengambil tindakan intensif dan tepat dalam upaya mengurangi ketergantungan pada energi tak terbarukan dan mulai menyadari potensi energi terbarukan sebagai sumber biomassa, matahari, dan angin.

3. Singapura

Singapura adalah salah satu negara yang paling maju perekonomiannya di antara negara ASEAN 5 selama beberapa dekade terakhir, hal ini didorong oleh sektor manufaktur, keuangan, asuransi, dan sektor perdagangan. Ekonomi Singapura adalah ekonomi pasar bebas yang berkembang dengan baik. Singapura merupakan negara industri dengan angka pengangguran yang cukup rendah. Hanya sekitar 17 persen dari jumlah penduduk yang bekerja di pabrik, sedangkan 12,4 persen lainnya bergerak di bidang bisnis jasa. Singapura telah diakui sebagai salah satu pusat keuangan internasional yang mampu mempekerjakan hampir sebagian penduduknya di sektor keuangan. Singapura memiliki perekonomian yang dinamis dan berpotensi sebagai negara maju karena mampu mengembangkan kegiatan ekonominya dengan baik, meskipun dengan kepemilikan sumber daya alam yang sangat terbatas (Raihan dan Tuspekova, 2022). Sebagai negara industri, energi merupakan sumber daya vital yang sangat diperlukan di Singapura.

Pada gambar 4.3 menjelaskan bahwa pertumbuhan GDP di Singapura mengalami fluktuatif dan pada tahun 2010 merupakan pertumbuhan ekonomi paling tinggi yaitu sebesar 14,5 persen. Sedangkan tingkat konsumsi energi tak terbarukan atau energi fosil cukup tinggi dengan nilai rata-rata sebesar 97,3 persen di tahun 1999-2022. Namun, berbanding terbalik dengan nilai rata-rata dari konsumsi energi terbarukan hanya sebesar 0,5 persen. Penyebab tingginya tingkat konsumsi energi tak terbarukan di Singapura karena penggunaan gas alam yang

menjadi komponen kunci dari bauran pembangkit listrik negara dengan total penggunaan sebesar 95,2 persen.



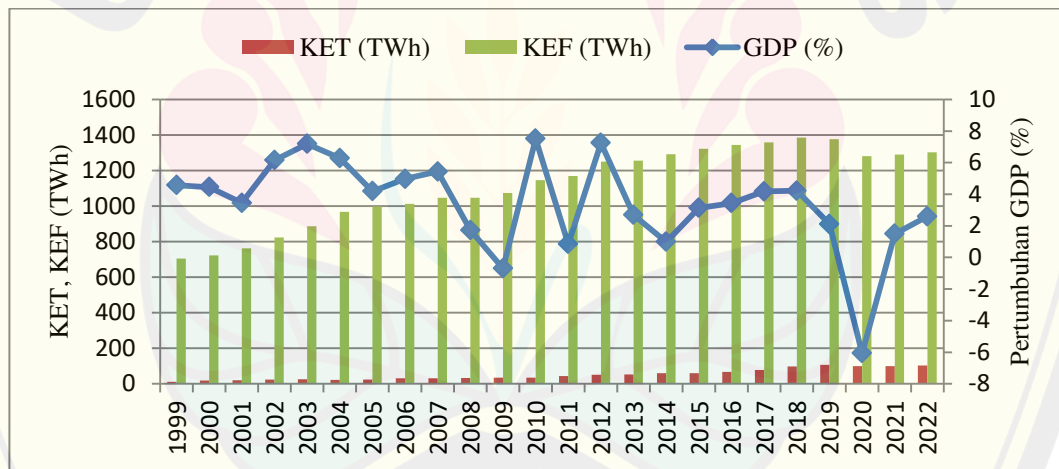
Gambar 4.3 GDP, Konsumsi energi terbarukan, dan konsumsi energi fosil di Singapura tahun 1999-2022 (Sumber: *Our World in Data*, 2023, diolah)

Perubahan iklim dan kemajuan teknologi membawa tantangan dan peluang baru pada sektor energi. Pengurangan konsumsi energi dan emisi karbon diperlukan untuk meminimalkan dampak perubahan iklim. Pengurangan tersebut dapat bermanfaat secara ekonomi karena listrik yang dihasilkan dari energi terbarukan semakin kompetitif. Sekitar 95,2 persen listrik Singapura dihasilkan dari gas alam, yang merupakan bahan bakar fosil paling bersih karena menghasilkan emisi karbon paling sedikit per unit listrik. Gas alam menjadi bahan bakar dominan bagi Singapura sehingga memungkinkan Singapura menjadi pusat bisnis gas alam.

Singapura aktif dalam mengupayakan penggunaan energi matahari sebagai sumber energi alternatif terbarukan untuk memenuhi kebutuhannya. Meskipun teknologi surya tidak disubsidi, Sun & Anwar (2012) melihat bahwa terdapat dukungan sistem otoritas terkait dalam hal memfasilitasi sistem penggunaan energi surya tanpa mengorbankan stabilitas jaringan, dan adanya dukungan untuk penelitian, pengembangan, dan upaya demonstrasi dalam upaya meningkatkan efisiensi modul surya. Lau *et. al.*, (2021) menyebutkan bahwa kelompok kebijakan energi Singapura yang dipimpin oleh Sekretaris Tetap Kementerian Perdagangan dan Industri telah mengembangkan kerangka kebijakan energi nasional yang berusaha untuk menjaga keseimbangan antara tujuan-tujuan kebijakan persaingan ekonomi, keamanan energi, dan kelestarian lingkungan.

4. Thailand

Thailand adalah negara dengan tingkat ekonomi terbesar kedua di Asia Tenggara dengan basis utamanya adalah sektor industri dan manufaktur. Manufaktur merupakan sektor energi terbesar di Thailand dan menyumbang sebesar 34 persen untuk perekonomian Thailand. Bahkan nilai tingkat pertumbuhan konsumsi energi di sektor manufaktur jauh lebih tinggi daripada tingkat pertumbuhan GDP (Hussain *et. al.*, 2021). Kebijakan energi di Thailand didukung oleh tiga pilar, yaitu keamanan, keterjangkauan, dan ketahanan lingkungan. Ketiga pilar tersebut menjadi pendorong utama dalam upaya pembangunan sektor ketenagalistrikan. Permintaan energi di Thailand diproyeksikan akan mengalami pertumbuhan ekonomi yang cepat sekitar 5 persen per tahun. Untuk memenuhi kebutuhan energi yang tinggi, maka hal ini menjadi tantangan bagi Thailand untuk mengembangkan pertumbuhannya dengan di dorong oleh sektor ekspor.



Gambar 4.4 GDP, Konsumsi energi terbarukan, dan konsumsi energi fosil di Thailand tahun 1999-2022 (Sumber: *Our World in Data*, 2023, diolah)

Pada Gambar 4.3 memperlihatkan bahwa kondisi GDP di Thailand mengalami fluktuasi, perekonomian Thailand dilanda krisis keuangan karena menghadapi ketidakstabilan politik pada tahun 2006, dan menderita krisis keuangan global pada tahun 2008. Akibatnya ekspor turun drastis hingga menyebabkan depresi ekonomi. Sedangkan penggunaan energi di negara Thailand dari tahun 1999-2022 terus meningkat dengan rata-rata sebesar 21,7 persen dan

didominasi oleh konsumsi energi fosil. Konsumsi energi primer Thailand adalah bahan bakar fosil termasuk batubara, minyak dan gas alam yang menyumbang sekitar 80 persen pada 2011. Sektor manufaktur merupakan konsumsi energi final tertinggi di Thailand yang mencapai 36 persen, sektor tertinggi kedua adalah transportasi (35 persen), dan sektor perumahan (15 persen) pada tahun 2010.

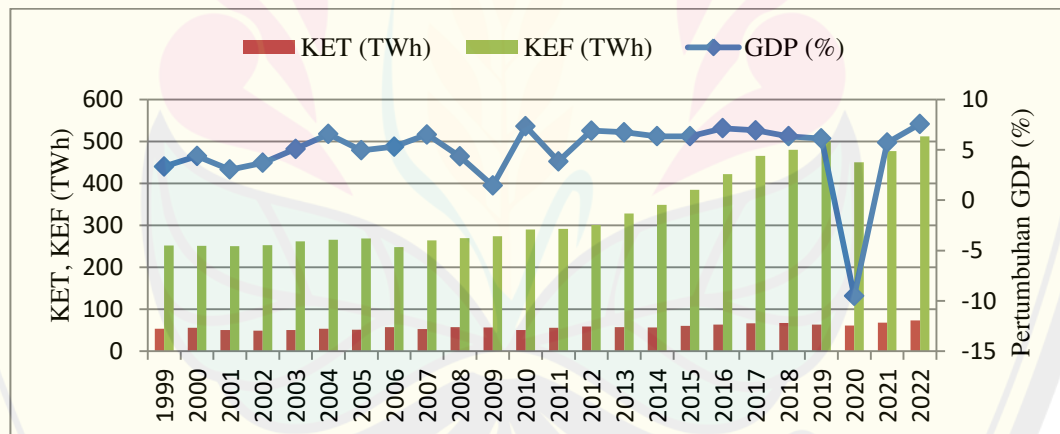
Faktanya, Thailand saat ini masih dihadapi dengan masalah keterbatasan sumber daya bahan bakar fosil. Gas alam yang merupakan sumber energi utama diperkirakan akan habis dalam 20 tahun. Menurut Tippichai (2020) semakin tren penggunaan energi meningkat maka, Thailand mungkin harus menghadapi beberapa tantangan di masa depan, yaitu terkait dengan Ketahanan pasokan energi, persaingan internasional yang kuat untuk sumber daya alam, biaya energi yang terus meningkat dan semakin sulitnya produksi energi karena jumlah cadangan alam yang menipis, Ketergantungan yang lebih besar pada impor energi karena sumber daya energi dalam negeri semakin menipis, serta semakin meningkatnya emisi polusi akibat penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan. Namun diketahui bahwa kebijakan dan rencana energi Thailand secara khusus diatur berdasarkan Undang-Undang Dewan Kebijakan Energi Nasional (NEPC) tahun 1992 dengan optimalisasi perumusan kebijakan dan rencana energi nasional, termasuk yang berkaitan dengan energi terbarukan.

5. Filipina

Filipina merupakan salah satu negara dengan tingkat ekonomi yang kurang maju. Meskipun perekonomiannya terbuka dan berkembang, namun nilai investasi relatif rendah bila dibandingkan dengan negara ASEAN 5 lainnya. Terdapat tiga sektor utama penggerak ekonomi di Filipina yaitu sektor pertanian, industri, dan jasa. Menurut *European External Action Service* (EEAS) Filipina tergolong negara berpenghasilan menengah ke bawah dengan tingkat kemiskinan yang tinggi. Pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa pertumbuhan GDP di Filipina mencapai 7,6 persen yang menunjukkan peningkatan bila dibanding tahun sebelumnya, hal ini dikarenakan oleh tingginya tingkat permintaan konsumen, peningkatan ekspor dan investasi, namun kembali turun menjadi 3,7 persen pada

tahun 2011. Masalah utama rendahnya pertumbuhan GDP di Filipina diakibatkan oleh tata kelola yang lemah sehingga rentan gagal dalam upaya menghasilkan pertumbuhan yang berkelanjutan (Sabado, 2022). Selain itu, kenaikan suku bunga yang keberlanjutan dan kurangnya suntikan investasi energi berakibat pada semakin menurunnya pertumbuhan GDP di Filipina.

Kemudian, pada Gambar 4.5 juga menunjukkan bahwa tingkat konsumsi energi di Filipina relatif tinggi, rata-rata nilai konsumsi energi terbarukan adalah 32,6 persen sedangkan nilai rata-rata konsumsi energi tak terbarukan adalah 57,4 persen di tahun 1999-2022. Minyak memainkan peran penting dalam pertumbuhan GDP dan pengembangan industri. Pada tahun 2012, konsumsi minyak di Filipina mencapai sekitar 282 ribu barel per hari. Minyak merupakan 40 persen dari total konsumsi batu bara atau biomassa padat dan limbah-limbah sebesar 20 persen, dan sisanya berasal dari gas alam dan sumber terbarukan. Oleh sebab itulah, situasi ekonomi saat ini di Filipina sangat dipengaruhi oleh pasokan dan permintaan minyak.



Gambar 4.5 GDP, Konsumsi energi terbarukan, dan konsumsi energi fosil di Filipina tahun 1999-2022 (Sumber: *Our World in Data*, 2023, diolah)

Diketahui bahwa Filipina sangat bergantung pada impor minyak, dan pasokan minyak tersebut diimpor dari negara-negara Timur Tengah seperti Arab Saudi, Kuwait, dan Uni Emirat Arab. Ketergantungan pada minyak telah menjadikan Filipina rentan terhadap harga, sebuah permasalahan yang terutama terlihat pada saat terjadinya krisis minyak tahun 1970-an. Menurut Lim *et. al.*,

(2014) terdapat hubungan dua arah antara konsumsi minyak dan pertumbuhan ekonomi di Filipina. Tingkat konsumsi minyak merupakan salah satu faktor yang berkontribusi besar dalam upaya meningkatkan pertumbuhan GDP di Filipina. Dalam hal ini, agar tidak berdampak buruk pada pertumbuhan GDP, maka dibutuhkan strategi lembaga terkait dalam upaya mendongkrak aspek pemanfaatan energi terbarukan dan melakukan suntikan investasi pasokan minyak.

4.2 Hasil Analisis Data

4.2.1 Uji Stationeritas

Pada umumnya data sekunder yang digunakan dalam penelitian cenderung memiliki tren yang mengakibatkan tidak stasioner. Data yang tidak stasioner akan mengakibatkan terjadinya regresi lancung atau *spurious regression* yang akan berdampak pada tidak akuratnya estimasi yang dihasilkan, untuk mendapatkan estimasi yang baik maka data harus stasioner. Dengan tujuan tersebut maka langkah yang dilakukan dalam pengolahan data adalah melalui uji akar unit (*unit root test*) dengan menggunakan metode *Augmented Dickey-Fuller* (ADF).

1. Indonesia

Tabel 4.1 Hasil Uji Stationeritas Data Metode *Augmented Dickey-Fuller* (ADF)

Variabel	ADF			Keterangan
	Level	1 st difference	2 nd difference	
KET	1.0000	0.6589	0.0000	Stationer pada orde 0 dan Orde II
KEF	0.8735	0.0000	0.0003	Stationer pada orde I dan orde II
GDP	0.0029	0.0011	0.0069	Stationer pada orde 0, I, dan II

Sumber: Lampiran A, diolah

Berdasarkan pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa pengujian akar unit dengan menggunakan pendekatan *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) atau uji ADF menunjukkan hasil bahwa ketiga variabel yaitu konsumsi energi terbarukan,

konsumsi energi fosil, dan pertumbuhan ekonomi telah stationer pada tingkat *second difference*. Maka hal ini dapat dilihat bahwa nilai probabilitas yang lebih kecil daripada nilai kritis dari yang telah ditentukan yaitu $\alpha = 0.05$.

2. Malaysia

Tabel 4.2 Hasil Uji Stationeritas Data Metode *Augmented Dickey-Fuller* (ADF)

Test di Malaysia

Variabel	ADF			Keterangan
	Level	1 st difference	2 nd difference	
KET	1.0000	0.0826	0.0000	Stationer pada orde II
KEF	0.4198	0.0005	0.0004	Stationer pada orde I dan II
GDP	0.0013	0.0013	0.0013	Stationer pada orde 0, I, dan II

Sumber: Lampiran A, diolah

Berdasarkan pada tabel 4.2 untuk kasus di Malaysia dapat dilihat bahwa variabel konsumsi energi terbarukan dan konsumsi energi fosil pada saat orde 0 (*level*) memiliki *p-value* yang lebih besar dari $\alpha = 0.05$, ini artinya terdapat akar unit pada data atau data tidak stationer. Maka perlu dilakukan diferensiasi, hingga pada orde II (*second difference*) dapat dilihat bahwa *p-value* untuk masing-masing variabel sudah lebih kecil dari $\alpha = 0.05$ artinya data sudah stationer.

3. Singapura

Tabel 4.3 Hasil Uji Stationeritas Data Metode *Augmented Dickey-Fuller* (ADF)

Test di Singapura

Variabel	ADF			Keterangan
	Level	1 st difference	2 nd difference	
KET	0.9975	0.4682	0.0094	Stationer pada orde II
KEF	0.4737	0.1506	0.0002	Stationer pada orde II
GDP	0.0012	0.0002	0.0003	Stationer pada orde 0, I, dan II

Sumber: Lampiran A, diolah

Hasil pengujian stasioneritas pada kasus di Singapura dapat dilihat bahwa pada Tabel 4.3 meunjukkan bahwa variabel konsumsi energi terbarukan pada orde (*first difference*) data sudah stationer, namun untuk variabel konsumsi energi terbarukan dan pertumbuhan ekonomi, data stationer pada orde II yang artinya *p-value* untuk kedua variabel tersebut kurang dari $\alpha = 0.05$.

4. Thailand

Tabel 4.4 Hasil Uji Stationeritas Data Metode *Augmented Dickey-Fuller* (ADF)
Test di Thailand

Variabel	ADF			Keterangan
	Level	1 st difference	2 nd difference	
KET	0.9758	0.0194	0.0041	Stationer pada orde I dan II
KEF	0.1187	0.0257	0.0021	Stasioner pada orde I dan II
GDP	0.0056	0.0000	0.0001	Stationer pada orde 0, I, dan II

Sumber: Lampiran A, diolah

Hasil pengujian pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa bahwa variabel konsumsi energi terbarukan dan pertumbuhan ekonomi data stationer pada orde II atau pada tingkat *second difference*. Sedangkan, variabel konsumsi energi fosil menunjukkan bahwa data tidak stationer karena *p-value* menunjukkan nilai lebih dari $\alpha = 0.05$.

5. Filipina

Tabel 4.5 Hasil Uji Stationeritas Data Metode *Augmented Dickey-Fuller* (ADF)
Test di Filipina

Variabel	ADF			Keterangan
	Level	1 st difference	2 nd difference	
KET	0.8801	0.0003	0.0108	Stationer pada orde I dan II
KEF	0.9932	0.0116	0.0000	Stationer pada orde I dan II
GDP	0.0010	0.0005	0.0032	Stationer pada orde 0, I, dan II

Sumber: Lampiran A, diolah

Pada tabel 4.5 dapat ditunjukkan bahwa pada kasus Filipina semua variabel menunjukkan *p-value* lebih besar dari $\alpha = 0.05$ pada orde I. Maka dapat diartikan bahwa variabel konsumsi energi terbarukan, konsumsi energi fosil, dan pertumbuhan ekonomi menunjukkan data yang sudah stationer atau nilai *p-value* lebih besar dari $\alpha = 0.05$ pada tingkat *first difference*.

4.2.2 Uji Kausalitas Granger

Uji kausalitas Granger dilakukan untuk melihat arah hubungan antara variabel Konsumsi Energi Terbarukan (KET), Konsumsi Energi Fosil (KEF), dan Pertumbuhan Ekonomi (GDP). Ada tidaknya hubungan kausalitas dapat dilihat melalui nilai probabilitas dari masing-masing pengujian kausalitas yang kemudian di bandingkan dengan nilai signifikansi 0.05. Apabila nilai probabilitas kurang dari 0.05 maka dinyatakan terdapat hubungan kausalitas, namun apabila nilai probabilitas lebih dari 0.05 maka dinyatakan tidak ada hubungan kausalitas antar variabel.

1. Indonesia

Tabel 4.6 Hasil Uji Kausalitas Granger untuk kasus Indonesia

Null Hypothesis	Obs	F-Statistic	Prob.
KEF does not Granger Cause KET	22	1.13208	0.3455
KET does not Granger Cause KEF		2.90632	0.0821
GDP does not Granger Cause KET	22	0.53309	0.5963
KET does not Granger Cause GDP		1.87304	0.1840
GDP does not Granger Cause KEF	22	9.64517	0.0016
KEF does not Granger Cause GDP		1.64794	0.2217

Sumber: Lampiran B (diolah)

Berdasarkan hasil uji kausalitas Granger pada Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa Petumbuhan GDP dan Konsumsi Energi Fosil (KEF) memiliki hubungan kausalitas satu arah, dimana terdapat hubungan searah dari Petumbuhan GDP terhadap Konsumsi Energi Fosil (KEF). Hal ini dibuktikan dengan nilai probabilitas Petumbuhan GDP terhadap Konsumsi Energi Fosil (KEF) 0,0016 ($<0,05$) dan nilai probabilitas Konsumsi Energi Fosil (KEF) terhadap Petumbuhan GDP 0,2217 ($>0,05$). Dengan demikian, tinggi atau rendahnya

pertumbuhan GDP selama periode penelitian di Indonesia memengaruhi Konsumsi Energi Fosil (KEF), namun tidak sebaliknya.

2. Malaysia

Tabel 4.7 Hasil Uji Kausalitas Granger untuk kasus Malaysia

Null Hypothesis	Obs	F-Statistic	Prob.
KEF does not Granger Cause KET	22	2.58962	0.1043
KET does not Granger Cause KEF		0.21543	0.8084
GDP does not Granger Cause KET	22	0.04624	0.9549
KET does not Granger Cause GDP		2.80879	0.0883
GDP does not Granger Cause KEF	22	0.91297	0.4201
KEF does not Granger Cause GDP		0.46341	0.6369

Sumber: Lampiran B (diolah)

Berdasarkan hasil uji kasualitas Granger pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan kausalitas diantara tiga hipotesis tersebut karena pada masing masing hipotesis menunjukkan nilai probabilitas lebih dari 0,05 ($>0,05$). Hal ini menandakan bahwa perubahan Konsumsi Energi Tebarukan (KET), Konsumsi Energi Fosil (KET), dan Pertumbuhan GDP di Malaysia tidak saling memengaruhi satu sama lain.

3. Singapura

Tabel 4.8 Hasil Uji Kausalitas Granger untuk kasus Malaysia

Null Hypothesis	Obs	F-Statistic	Prob.
KEF does not Granger Cause KET	22	0.23189	0.7955
KET does not Granger Cause KEF		1.86574	0.1851
GDP does not Granger Cause KET	22	2.78451	0.0899
KET does not Granger Cause GDP		1.33966	0.2882
GDP does not Granger Cause KEF	22	0.28485	0.7556
KEF does not Granger Cause GDP		1.42646	0.2675

Sumber: Lampiran B (diolah)

Berdasarkan hasil uji kasualitas Granger pada Tabel 4.8 menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan kausalitas searah maupun dua arah diantara tiga hipotesis tersebut karena pada masing masing hipotesis menunjukkan nilai probabilitas lebih dari 0,05 ($>0,05$). Hal ini menandakan bahwa perubahan

Konsumsi Energi Tebarukan (KET), Konsumsi Energi Fosil (KEF), dan Pertumbuhan GDP di Singapura tidak saling memengaruhi satu sama lain.

4. Thailand

Tabel 4.9 Hasil Uji Kausalitas Granger untuk kasus Thailand

Null Hypothesis	Obs	F-Statistic	Prob.
KEF does not Granger Cause KET	22	2.06296	0.1577
KET does not Granger Cause KEF		1.43000	0.2667
GDP does not Granger Cause KET	22	0.05942	0.9425
KET does not Granger Cause GDP		5.88598	0.0114
GDP does not Granger Cause KEF	22	2.80098	0.0888
KEF does not Granger Cause GDP		5.19733	0.0173

Sumber: Lampiran B (diolah)

Berdasarkan pada tabel 4.9 hasil uji kausalitas Granger menunjukkan bahwa Konsumsi Energi Terbarukan (KET) dan Pertumbuhan GDP memiliki hubungan kausalitas searah. Hal ini dibuktikan dengan nilai probabilitas Konsumsi Energi Terbarukan (KET) terhadap Pertumbuhan GDP 0,0114 ($<0,05$) sedangkan nilai probabilitas Pertumbuhan GDP terhadap Konsumsi Energi Terbarukan (KET) 0,9425 ($>0,05$). Dengan demikian tinggi rendahnya Konsumsi Energi Terbarukan (KET) selama periode penelitian di Thailand memengaruhi Pertumbuhan GDP, namun tidak sebaliknya. Selain itu, hasil dari hipotesis lain menunjukkan bahwa terdapat Konsumsi Energi Fosil (KEF) dan Pertumbuhan GDP memiliki hubungan kausalitas searah. Hal ini dibuktikan dengan nilai probabilitas Konsumsi Energi Fosil (KEF) terhadap Pertumbuhan GDP 0,0173 ($<0,05$) sedangkan nilai probabilitas Pertumbuhan GDP terhadap Konsumsi Energi Fosil (KEF) 0,9425 ($>0,05$). Dengan demikian, tinggi rendahnya Konsumsi Energi Fosil (KEF) selama periode penelitian di Thailand memengaruhi Pertumbuhan GDP, namun tidak sebaliknya.

5. Filipina

Tabel 4.10 Hasil Uji Kausalitas Granger untuk kasus Filipina

Null Hypothesis	Obs	F-Statistic	Prob.
KEF does not Granger Cause KET	22	5.23483	0.0169
KET does not Granger Cause KEF		1.62032	0.2269
GDP does not Granger Cause KET	22	0.55804	0.5925
KET does not Granger Cause GDP		1.63801	0.2236
GDP does not Granger Cause KEF	22	1.02417	0.3801
KEF does not Granger Cause GDP		1.12291	0.3483

Sumber: Lampiran B (diolah)

Berdasarkan pada Tabel 4.10 menunjukkan hasil uji kausalitas Granger bahwa Konsumsi Energi Fosil (KEF) dan Konsumsi Energi Terbarukan (KET) memiliki hubungan kausalitas searah. Hal ini dibuktikan dengan nilai probabilitas Konsumsi Energi Fosil (KEF) terhadap Energi Terbarukan (KET) 0,0169 ($<0,05$) sedangkan nilai probabilitas Konsumsi Energi Terbarukan (KET) terhadap Konsumsi Energi Fosil (KEF) 0,2269 ($>0,05$). Dengan demikian tingi rendahnya Konsumsi Energi Fosil (KEF) selama periode penelitian di Filipina memengaruhi Konsumsi Energi Terbarukan (KET), namun tidak sebaliknya.

4.3 Pembahasan Kausalitas Antara Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi (GDP) di ASEAN 5

Negara ASEAN 5 merupakan negara yang dianggap sebagai kawasan yang memiliki prospek perekonomian yang baik, hal ini dikarenakan negara ASEAN 5 memiliki pertumbuhan ekonomi terbesar dibandingkan negara Asia lainnya. Selain itu, dari sisi ekonomi dan demografi, negara ASEAN 5 menjadi kawasan dengan tingkat pertumbuhan paling cepat, salah satunya adalah pertumbuhan konsumsi energi yang tiap tahunnya selalu mengalami peningkatan. Tingkat pertumbuhan tahunan rata-rata antara tahun 2010 sampai 2019 adalah tumbuh sebesar 5,13 persen. Tingginya pertumbuhan dan konsumsi energi di kawasan ini membuat banyak pihak mulai memperhitungkan ASEAN menjadi kekuatan perekonomian dunia. Akibat dari tingginya konsumsi energi yang terus mengalami peningkatan tiap tahunnya, maka akan berdampak pada ketersediaan

energi di kawasan ini mengalami penurunan. Hal tersebutlah yang menjadi salah satu tantangan yang harus dihadapi oleh perekonomian negara ASEAN 5.

Konsep konsumsi energi memberikan gambaran bagaimana energi diperlukan dalam menjalankan aktivitas perekonomian. Kondisi ketergantungan pada sumber energi yang sifatnya terbatas memicu perlunya pengembangan teknologi yang membantu sektor industri dalam mengoptimalkan penggunaan energi. Tanpa pasokan energi yang memadai maka teknologi tidak ada gunanya. Energi bukan satu-satunya penentu teknologi, namun merupakan faktor penting untuk memastikan bahwa teknologi dapat dimanfaatkan. Sejalan dengan teori Romer yang menyatakan bahwa teknologi menjadi faktor penentu dalam cepat atau lambatnya laju pertumbuhan ekonomi. Sehingga mengambil petunjuk dari sifat energi yang berorientasi pada teknologi, maka dapat menjadi langkah penting dalam mencapai perekonomian yang berkelanjutan melalui konvergensi energi.

Selain itu, untuk mengidentifikasi hubungan empiris antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi, maka dapat dilihat melalui empat hipotesis. Setiap hipotesis tersebut memiliki implikasi kebijakan yang berbeda-beda. Hipotesis pertumbuhan (*growth hypothesis*) menunjukkan hubungan searah dari pertumbuhan ekonomi terhadap konsumsi energi. Disisi lain, hipotesis konservasi menyiratkan bahwa terdapat kausalitas searah dari konsumsi energi terhadap pertumbuhan ekonomi. Kasus ketiga, hipotesis netralitas yang menyatakan tidak ada hubungan antar keduanya. Terakhir, hipotesis umpan balik yang melibatkan hubungan kausalitas dua arah antara konsumsi energi dengan pertumbuhan ekonomi. Pada kondisi riil, konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi masih menjadi pertanyaan bagaimana hubungan untuk menggambarkan keduanya. Dari tahun 1999-2022, dimana selama periode tersebut konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi mengalami perkembangan, apakah dengan perkembangan tersebut memiliki hubungan yang signifikan antar keduanya. Oleh karena itu, pada Subbab 4.3 akan mengkaji mengenai hubungan kausalitas antara konsumsi energi dengan pertumbuhan ekonomi secara lebih spesifik.

4.3.1 Diskusi Hasil Studi Empiris Kausalitas Antara Konsumsi Energi Terbarukan (KET), Konsumsi Energi Fosil (KEF) dan Pertumbuhan Ekonomi (GDP) di ASEAN 5

Teori pertumbuhan ekonomi Kuznets menjelaskan hubungan berbentuk U antara pertumbuhan ekonomi dan perbedaan pendapatan yang kemudian diperluas pada bidang energi. Isu perkembangan penggunaan energi telah muncul seiring dengan kebutuhan zaman dan telah menjadi salah satu faktor penentu dalam upaya mendorong perkembangan ekonomi. Gambaran teori Kuznets menyatakan bahwa penggunaan energi akan memengaruhi pertumbuhan ekonomi ke arah yang positif. Kondisi tersebut mengartikan bahwa kebenaran dari teori Kuznets dapat menunjukkan hubungan kausalitas konsumsi energi dengan pertumbuhan ekonomi. Dalam melihat kondisi secara riil atas hubungan kausalitas antara konsumsi energi terbarukan, konsumsi energi fosil, dan pertumbuhan ekonomi di ASEAN 5, digunakan uji kausalitas *Granger* sebagai alat analisis yang melihat arah hubungan antara ketiga variabel tersebut.

Hasil analisis dari hubungan kausalitas konsumsi energi terbarukan, konsumsi energi fosil dan pertumbuhan ekonomi di masing-masing negara menunjukkan arah hubungan yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut disebabkan oleh latar belakang kondisi energi pada masing-masing negara tidak sama. Jumbe (2004) menyatakan bahwa apabila kausalitas berjalan dari konsumsi energi terhadap pertumbuhan ekonomi berarti perekonomian tergantung pada energi dan karenanya energi merupakan stimulus bagi pertumbuhan ekonomi. Sementara itu, jika kausalitas hanya berjalan dari pertumbuhan ekonomi terhadap pertumbuhan ekonomi, maka hal ini menyiratkan bahwa perekonomian tidak bergantung pada konsumsi energi. Masih dan Masih (1997) menyatakan bahwa kebijakan konservasi energi dapat diimplementasikan tanpa adanya efek negatif pada pertumbuhan ekonomi dan lapangan kerja. Di sisi lain, apabila tidak ada kausalitas antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi atau disebut dengan hipotesis netralitas, maka konsumsi energi tidak berkorelasi dengan pertumbuhan ekonomi.

Tabel 4.11 Pola Hubungan Kausalitas KET, KEF, dan GDP di ASEAN 5

Negara	Pola Hubungan Kausalitas
Indonesia	Terdapat kausalitas satu arah antara Pertumbuhan GDP terhadap Konsumsi Energi Fosil (KEF)
Malaysia	Tidak terdapat hubungan searah maupun dua arah
Singapura	Tidak terdapat hubungan searah maupun dua arah
Thailand	1. Terdapat hubungan searah antara Konsumsi Energi Terbarukan (KET) terhadap Pertumbuhan GDP 2. Terdapat hubungan searah antara Konsumsi Energi Fosil (KEF) terhadap Pertumbuhan GDP
Filipina	Terdapat hubungan searah antara Konsumsi energi Fosil (KEF) terhadap Konsumsi Energi Terbarukan (KET)

Berdasarkan pada Tabel 4.11 menunjukkan hasil uji kausalitas Granger untuk kasus di Indonesia bahwa terdapat hubungan kausalitas searah antara Pertumbuhan GDP terhadap Konsumsi Energi Fosil (KEF). Maka dapat diartikan bahwa tinggi atau rendahnya pertumbuhan ekonomi selama periode penelitian di Indonesia memengaruhi Konsumsi Energi Fosil (KEF), namun tidak sebaliknya. Hal ini sejalan dengan penelitian Alshehry dan Belloumi (2014) yang menyelidiki hubungan sebab akibat antara konsumsi bahan bakar fosil dan pertumbuhan ekonomi pada tingkat agregat dan disagregat di Arab Saudi dan menemukan hasil bahwa terdapat hubungan sebab akibat yang bersifat searah dari pertumbuhan ekonomi ke konsumsi energi fosil yaitu minyak dan gas alam. Maka hasil penelitian ini mendukung hipotesis konservasi yaitu terdapat hubungan searah antara pertumbuhan ekonomi terhadap konsumsi energi. Konsumsi energi merupakan bagian integral dan tidak dapat dipisahkan dalam pembangunan ekonomi suatu negara. Meningkatnya perekonomian, pertumbuhan penduduk, gaya hidup yang meningkat, perbaikan produksi, dan daya saing ekonomi merupakan beberapa alasan untuk permintaan energi yang tinggi (Setiawan *et. al.*, 2019).

Konsumsi energi di Indonesia didominasi oleh konsumsi energi fosil. Sedangkan, ketersediaan sumber energi fosil sangat terbatas. Penggunaan energi fosil secara terus menerus akan mengakibatkan cadangan energi semakin menipis. Sementara itu, konsumsi energi fosil terus mengalami peningkatan. Hal ini menjadi ancaman bagi perkembangan perekonomian Indonesia. Oleh karena itu, untuk mencapai ketahanan energi di masa mendatang maka di Indonesia perlu mengembangkan dan beralih ke konsumsi energi terbarukan. Untuk mencapai tujuan tersebut, dalam Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, Pepres RUEN menjabarkan prioritas pembangunan energi Indonesia meliputi beberapa hal, yaitu memaksimalkan penggunaan energi terbarukan, meminimalkan penggunaan energi minyak bumi, pemanfaatan gas alam, dan energi bau secara optimal.

Kedua, untuk kasus di Malaysia dapat dilihat berdasarkan pada Tabel 4.11 bahwa hasil uji kausalitas Granger menunjukkan antara variabel konsumsi energi terbarukan, konsumsi energi fosil, dan pertumbuhan ekonomi tidak terdapat hubungan kausalitas searah maupun dua arah. Maka dapat diartikan bahwa di Malaysia ketiga variabel tersebut tidak saling berkaitan satu sama lain. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Shahateet (2014) yang mengkaji hubungan pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi di negara-negara Arab dan hasil penelitian menunjukkan mendukung hipotesis netralitas yang artinya tidak terdapat hubungan kausalitas antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. Dalam hal ini, kebijakan yang bertujuan konservasi energi seperti di Malaysia yang tidak membatasi pertumbuhan ekonomi sehingga guncangan terhadap pasokan energi tidak akan berdampak signifikan terhadap konsumsi energi. Meskipun demikian, kebijakan Teknologi Ramah Lingkungan Nasional yang diterapkan oleh Malaysia harus dievaluasi kembali untuk memastikan bahwa hal tersebut tidak akan memengaruhi pertumbuhan ekonomi karena melihat dari Gambar 4.2 penggunaan konsumsi energi fosil terus mengalami peningkatan tiap tahunnya. Apabila kondisi ini berlangsung dalam jangka panjang maka dikhawatirkan Malaysia akan mengalami degradasi lingkungan. Oleh karena itu,

teknologi hijau harus dikembangkan untuk menyeimbangkan pertumbuhan ekonomi dan lingkungan.

Ketiga, untuk kasus di Singapura dapat dilihat pada Tabel 4.11 bahwa hasil uji kausalitas Granger menunjukkan tidak adanya hubungan kausalitas searah maupun dua arah antara konsumsi energi terbarukan, konsumsi energi fosil, dan pertumbuhan ekonomi. Maka dapat disimpulkan bahwa di Singapura tidak saling ketergantungan (*independence*) antara variabel-variabel tersebut. Sehingga penelitian ini mendukung hipotesis netralitas yaitu tidak Adanya hubungan kausalitas antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Jan dan Pervez (2022) yang mengkaji hubungan konsumsi energi terbarukan, konsumsi energi tak terbarukan dan pertumbuhan ekonomi di Pakistan yang menunjukkan hasil tidak adanya hubungan kausalitas diantara variabel tersebut.

Hal ini dapat diartikan bahwa setiap kenaikan dan penurunan konsumsi energi tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan maupun penurunan pendapatan nasional, konservasi energi tetap ada dan berjalan dengan baik. Begitupun sebaliknya, pendapatan nasional yang tercermin dari GDP tidak akan memengaruhi kenaikan maupun penurunan konsumsi energi. Meskipun Singapura terkendala oleh keterbatasan geografis dan basis sumber daya alam, namun Malaysia mampu meletakkan fondasi kemakmuran dan keberagaman ekonomi melalui pemanfaatan status entrepotnya secara efektif. Malageni dan Phiri (2017) menyebutkan bahwa ketika negara-negara Asia lainnya menghadapi sejarah buruk dalam pembangunan ekonomi, ketidakstabilan politik dan kerusuhan sosial, Singapura mencoba langkah berani menuju liberalisasi, perdagangan internasional dan strategi pertumbuhan kapitalistik yang pada akhirnya menjadikan Malaysia sebagai negara paling unggul dibanding dengan negara-negara Asia lainnya.

Keempat, untuk kasus di Thailand dapat dilihat pada Tabel 4.11 bahwa hasil kausalitas Granger menunjukkan hasil bahwa terdapat hubungan kausalitas searah antara Konsumsi Energi Terbarukan (KET) terhadap Pertumbuhan GDP. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Goshit dan Sunday (2022) yang

mengkaji dampak konsumsi energi terbarukan terhadap pertumbuhan ekonomi di Nigeria dan menemukan hasil bahwa terdapat hubungan kausalitas satu arah yang kuat antara konsumsi energi terbarukan dan pertumbuhan ekonomi dengan arah (mengalir) dari konsumsi energi terbarukan ke pertumbuhan ekonomi di Nigeria. Energi merupakan sumber daya fundamental dalam perekonomian karena setiap aspek kegiatan ekonomi juga memerlukan energi. Akibatnya, energi merupakan kekuatan yang sangat diperlukan dalam menggerakkan kegiatan ekonomi. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.4 bahwa penggunaan energi mengalami peningkatan. Sehingga untuk mencapai pembangunan berkelanjutan, kebijakan pemerintah terkait dengan konservasi energi negara difokuskan. Kebijakan konservasi energi telah ditekankan pada penelitian dan pengembangan berbagai proyek energi alternatif yang dilaporkan dalam EPPO (2004).

Selain itu, berdasarkan pada tabel 4.11 hasil kausalitas Granger untuk kasus di Thailand juga menunjukkan hasil bahwa terdapat hubungan kausalitas searah antara Konsumsi Energi Fosil (KEF) terhadap Pertumbuhan GDP. Maka hal ini dapat diartikan bahwa tinggi rendahnya Konsumsi Energi Fosil (KEF) akan memengaruhi pertumbuhan ekonomi di Thailand. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ishida (2013) yang juga mengkaji hubungan kausalitas antara konsumsi bahan bakar fosil dan pertumbuhan ekonomi di Jepang yang menunjukkan hasil bahwa bahan bakar fosil setidaknya merupakan salah satu faktor penting yang mendorong pertumbuhan ekonomi. Hal ini disebabkan oleh bahan bakar fosil sebagai sumber energi primer yang digunakan sehari-hari oleh masyarakat. Dimulai untuk bahan bakar transportasi hingga pembangkit listrik. Dari grafik perbandingan konsumsi energi fosil dan pertumbuhan ekonomi (Gambar 4.4), di Thailand pada rentang waktu 1999-2022 dapat dilihat bahwa setiap peningkatan dan penurunan konsumsi energi fosil maka pertumbuhan ekonomi akan mengikuti pergerakannya. Namun untuk memengaruhi nilai GDP ini tidak hanya konsumsi energi fosil saja yang memengaruhi melainkan beberapa variabel lainnya yang tidak digunakan dalam penelitian ini. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa hasil uji kausalitas Granger di Thailand mendukung

hipotesis pertumbuhan karena terdapat hubungan searah antara konsumsi energi terhadap pertumbuhan ekonomi.

Terakhir, untuk kasus di Filipina, pada Tabel 4.11 menunjukkan hasil adanya hubungan searah yaitu konsumsi energi fosil berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan. Artinya, setiap penggunaan energi fosil mengalami peningkatan maka akan memengaruhi konsumsi energi terbarukan. Kondisi ini akan bersifat negatif apabila tidak diimbangi dengan penggunaan energi terbarukan. Karena penggunaan energi fosil yang berlebihan akan mengakibatkan terjadinya degradasi lingkungan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Shakouri dan Yazdi (2017) di Afrika Selatan pada periode tahun 1971-2015 yang melihat adanya hubungan searah antara konsumsi energi fosil dengan konsumsi energi terbarukan. Kondisi ini apabila berlangsung dalam jangka waktu lama, dikhawatirkan akan mengakibatkan defisit energi. Sehingga, untuk mencegahnya penggunaan energi terbarukan harus menjadi perhatian utama dalam upaya mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil dan meningkatkan penggunaan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan.

Diketahui bahwa batu bara menjadi sumber energi utama dalam menghasilkan listrik di Filipina. Berdasarkan pada laporan dari Departemen Energi Filipina, penggunaan batu bara sangat dominan sebagai pembangkit daya, yaitu sebesar 38,76% di tahun 2012. Apabila kondisi berlangsung dalam jangka panjang, maka dikhawatirkan akan mencami ancaman bagi iklim di Filipina. Mengingat bahwa batu bara tidak hanya menghasilkan gas rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global, tetapi pembangunan satu unit pembangkit listrik batu bara (PLTU) telah membawa dampak pada lingkungan sekitarnya. Sabado *et. al.*, (2022) menyebutkan bahwa kebijakan *Greenpeace* Asia Tenggara yang berdiri sejak 1 maret 2000 dengan kantor pusat di Filipina, diharapkan berjalan secara optimal agar tujuan revolusi energi bisa terealisasikan dengan baik. Diketahui bahwa revolusi energi merupakan solusi yang tepat untuk menyelamatkan dampak buruk perubahan iklim akibat tinggi penggunaan energi di Filipina.

BAB 5. PENUTUP

Hasil analisis pengujian model dengan menggunakan uji kasualitas Granger terkait dengan hubungan kausalitas atau hubungan sebab akibat antara konsumsi energi terbarukan, konsumsi energi fosil, dan pertumbuhan ekonomi dalam periode tahun 1999-2014 dapat ditarik kesimpulan yang akan dijelaskan pada bab 5. Kemudian pada bab 5 akan dilanjutkan dengan pemaparan saran yang ditujukan kepada pihak-pihak yang berkepentingan sesuai dengan penelitian yang berkaitan yaitu pihak pemangku kebijakan, praktisi serta akademisi.

5.1 Kesimpulan

Pada hasil pembahasan dijelaskan dalam bentuk deskriptif, berdasarkan pada pengujian kausalitas Granger terhadap data konsumsi energi terbarukan, konsumsi energi fosil, dan pertumbuhan ekonomi di negara ASEAN 5 yaitu Indonesia, Malaysia, Singapura, Thailand, dan Filipina. Dengan demikian, berikut beberapa kesimpulan yang diambil dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Hasil analisis berbeda di antara negara-negara ASEAN 5 yaitu Indonesia, Malaysia, Singapura, Thailand, Filipina. Pada rumusan masalah yang pertama diperoleh jawaban bahwa negara yang menunjukkan hubungan kausalitas antara Konsumsi Energi Terbarukan (KET) dan Konsumsi Energi Fosil (KEF) adalah Filipina. Pada kasus di Filipina menunjukkan adanya hubungan kausalitas searah atau satu arah yaitu konsumsi energi fosil berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi terbarukan. Artinya, setiap penggunaan energi fosil mengalami peningkatan maka akan memengaruhi konsumsi energi terbarukan.
2. Hubungan antara Konsumsi Energi Terbarukan (KET), Konsumsi Energi Fosil (KEF) dan Pertumbuhan Ekonomi terlihat di Indonesia dan Thailand. Namun terdapat dua hipotesis yang berbeda. Untuk kasus di Indonesia menunjukkan hubungan kasualitas searah yaitu Pertumbuhan GDP terhadap Konsumsi Energi Fosil (KEF). Dalam hal ini, Maka dapat diartikan bahwa tinggi atau rendahnya pertumbuhan ekonomi selama

periode penelitian di Indonesia memengaruhi Konsumsi Energi Fosil (KEF), namun tidak sebaliknya. Sedangkan, untuk kasus di Thailand menunjukkan dua hasil, pertama terdapat hubungan kausalitas searah konsumsi energi terbarukan terhadap pertumbuhan ekonomi. Kedua, terdapat hubungan kausalitas searah antara konsumsi energi fosil terhadap pertumbuhan ekonomi. Hasil penelitian di Indonesia dan Thailand menunjukkan arah hubungan kausalitas yang mendukung hipotesis pertumbuhan yaitu dengan asumsi bahwa konsumsi energi memainkan peran penting dalam pertumbuhan ekonomi secara langsung atau sebagai pelengkap tenaga kerja dan modal.

3. Hasil penelitian di Malaysia dan Singapura menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan kausalitas searah maupun dua arah antara Konsumsi Energi Terbarukan (KET), Konsumsi Energi Fosil (KEF), dan pertumbuhan ekonomi. Dalam hal ini maka dapat diartikan bahwa hasil uji kausalitas tersebut mendukung hipotesis netralitas yaitu antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi tidak saling memengaruhi. Hal ini disebabkan oleh laju pertumbuhan ekonomi dipengaruhi oleh sektor-sektor lain diluar penelitian ini.

5.2 Saran

Berdasarkan pada penjelasan kesimpulan diatas, maka terdapat saran yang diberikan kepada pemangku kebijakan, praktisi maupun akademisi dengan tujuan melanjutkan analisis mengenai hubungan kausalitas antara konsumsi energi terbarukan, konsumsi energi fosil, dan pertumbuhan ekonomi. Saran yang dapat diberikan kepada pihak terkait, adalah sebagai berikut:

1. Untuk menghadapi masalah kebutuhan terbatasnya energi, maka pemerintah diharapkan dapat memaksimalkan potensi energi terbarukan dan mengoptimalkan upaya konvergensi energi non fosil. Maka dalam hal ini, setiap negara harus memiliki program pengembangan energi untuk beralih dari energi fosil ke sumber energi terbarukan yang berbasis efisiensi dan teknologi. Kerangka investasi yang komprehensif untuk

energi terbarukan juga harus dikembangkan untuk mendorong partisipasi pemain atau investor independen yang bertujuan untuk menjaga kecukupan persediaan energi nasional. Masing-masing negara ASEAN 5 harus menentukan kebijakan konsumsi energi dengan mendasarkan pada kondisi saat ini untuk menyediakan pertumbuhan energi dan pembangunan ekonomi yang efektif. Hasil yang diperoleh dari masing-masing negara ASEAN 5 menandakan bahwa konsumsi energi fosil masih mendominasi, sehingga perlu untuk melaksanakan konservasi energi, baik yang dilakukan dengan cara penghematan energi primer, maupun dengan melakukan upaya penggunaan energi alternative yang *renewable*, seperti *bioenergy*, tenaga angin, panas bumi dan lainnya yang potensinya masing belum banyak terpakai.

2. Untuk memastikan pembangunan ekonomi di berbagai negara, maka pasokan energi yang memadai dan kebijakan energi harus dijamin. Maka menjadi tugas pemangku kebijakan pada setiap negara untuk mampu mengelola dengan baik terkait konsumsi energi, efisiensi energi, intensitas energi, dan penciptaan sumber daya energi baru. Berkaitan dengan hal tersebut, untuk mendapatkan kebijakan energi yang efektif, setiap pemerintah harus mengembangkan institusi dan kapasitas mereka yang terkait dengan pembuatan kebijakan manajemen energi dan memantau implementasi dan kemajuannya. Selain itu, program elektrifikasi juga harus ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat perkotaan maupun pedesaan yang terus ditingkatkan di setiap negara. Sedangkan, pada tingkat regional, negara ASEAN 5 juga harus memperkuat kerja sama mereka dalam berbagai praktik dan pengalaman terbaik dalam pemanfaatan sumber daya energi serta pengelolaan dan pengembangan energi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldhshan, S. R. S., Abdul Maulud, K. N., Wan Mohd Jaafar, W. S., Karim, O. A., & Pradhan, B. (2021). Energy consumption and spatial assessment of renewable energy penetration and building energy efficiency in malaysia: A review. *Sustainability (Switzerland)*, 13(16). <https://doi.org/10.3390/su13169244>
- Almozaini, M. S. (2019). The causality relationship between economic growth and energy consumption in the world's top energy consumers. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(4), 40–53. <https://doi.org/10.32479/ijeeep.7657>
- Alshehry, A. S., & Belloumi, M. (2014). Investigating the causal relationship between fossil fuels consumption and economic growth at aggregate and disaggregate levels in Saudi Arabia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(4), 531–545.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2011). On the causal dynamics between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in developed and developing countries. *Energy Systems*, 2(3–4), 299–312. <https://doi.org/10.1007/s12667-011-0037-6>
- Aswadi, K., Jamal, A., Syahnur, S., & Nasir, M. (2023). Renewable and Non-renewable Energy Consumption in Indonesia: Does it Matter for Economic Growth? *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(2), 107–116. <https://doi.org/10.32479/ijeeep.13900>
- Azam, M., Khan, A. Q., Bakhtyar, B., & Emirullah, C. (2015). The causal relationship between energy consumption and economic growth in the ASEAN-5 countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 732–745. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.023>
- Azlina, A. A., & Mustapha, N. H. N. (2012). Energy, Economic Growth and Pollutant Emissions Nexus: The Case of Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65(ICIBSoS), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.082>
- Bui, X. H. (2020). An investigation of the causal relationship between energy consumption and economic growth: A case study of Vietnam. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(5), 415–421. <https://doi.org/10.32479/ijeeep.9583>
- Chen, S. W., Xie, Z., & Liao, Y. (2018). Energy consumption promotes economic growth or economic growth causes energy use in China? A panel data analysis. *Empirical Economics*, 55(3), 1019–1043. <https://doi.org/10.1007/s00181-017-1319-1>

- Chontanawat, J. (2020). Relationship between energy consumption, CO2 emission and economic growth in ASEAN: Cointegration and causality model. *Energy Reports*, 6, 660–665. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.09.046>
- Destek, M. A., & Aslan, A. (2017). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in emerging economies: Evidence from bootstrap panel causality. *Renewable Energy*, 111, 757–763. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.05.008>
- Diartho, H. C., Somaji, R. P., & Kharisma, G. R. (2023). The Convergence of Economic Growth: Case Study of East Java. *Economics Development Analysis Journal*, 12(3), 370–380.
- Dinçer, H., Yüksel, S., & Adalı, Z. (2017). Identifying Causality Relationship between Energy Consumption and Economic Growth in Developed Countries. *International Business and Accounting Research Journal*, 1(2), 71. <https://doi.org/10.15294/ibarj.v1i2.9>
- Durrani, S. F., Jan, I., & Pervez, S. (2022). Renewable and Non-renewable Energy Consumption and Economic Growth in Pakistan: A Disaggregated Analysis. *Journal of Applied Economics and Business Studies*, 6(2), 77–94. <https://doi.org/10.34260/jaeb.625>
- Gholizadeh, Y. (2020). Causality relationship between energy consumption and economic growth in the European Union Countries. *Energy Studies Review*, 24(2).
- Haidar, M. I., & Firmansyah. (2021). Analisis pertumbuhan ekonomi negara-negara asean Analysis of economic growth asean countries. *Forum Ekonomi*, 23(3), 593–605.
- Herdyanti, M. K. (2021). Analisis Kausalitas Konsumsi Energi terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia (Causality Analysis of Energy Consumption on Economic Growth in Indonesia). *Jurnal Petro*, X(3), 122–129. <http://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/index.php/petro>
- Hussain, A., Shah, S. Z. A., & Ayub, M. (2021). Analysis of Factors Affecting Renewable Energy Consumption Evidenced from Thailand. *IRASD Journal of Energy & Environment*, 2(2), 67–77. <https://doi.org/10.52131/jee.2021.0202.0018>
- Huang, B. N., Hwang, M. J., & Yang, C. W. (2008). Causal relationship between energy consumption and GDP growth revisited: A dynamic panel data approach. *Ecological Economics*, 67(1), 41–54. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.11.006>
- Alshehry, A. S., & Belloumi, M. (2014). Investigating the causal relationship between fossil fuels consumption and economic growth at aggregate and disaggregate levels in Saudi Arabia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(4), 531–545.

- Haidar, M. I., & Firmansyah. (2021). Analisis pertumbuhan ekonomi negara-negara asean Analysis of economic growth asean countries. *Forum Ekonomi*, 23(3), 593–605.
- Ishida, H. (2013). Causal relationship between fossil fuel consumption and economic growth in Japan: A multivariate approach. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3(2), 127–136.
- Issa Shahateet, M. (2014). Modeling economic growth and energy consumption in Arab countries: Cointegration and causality analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(3), 349–359.
- Jumbe, C. B. L. (2004). “Cointgration and Causality between Electricity Consumption and GDP: Empirical Evidence from Malawi”. *Energy Economics* (26).
- Krkošková, R. (2021). Causality between energy consumption and economic growth in the V4 countries. *Technological and Economic Development of Economy*, 27(4), 900–920. <https://doi.org/10.3846/tede.2021.14863>
- Lau, H. C., & Tsai, S. C. (2022). A Decarbonization Roadmap for Taiwan and Its Energy Policy Implications. *Sustainability (Switzerland)*, 14(14), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su14148425>
- Lim, K. M., Lim, S. Y., & Yoo, S. H. (2014). Oil consumption, CO2 emission, and economic growth: Evidence from the Philippines. *Sustainability (Switzerland)*, 6(2), 967–979. <https://doi.org/10.3390/su6020967>
- Malangeni, L., & Phiri, A. (2017). Munich Personal RePEc Archive Education and Economic Growth in India. *MPRA Paper*, 83017, 1–23. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/83017/>
- Masih, A. M. M., & Masih, R. (1997). “On the Temporal Causal Relationship between Energy Consumption, Real Income, and Prices: Some new Evidence from Asian-Energy Dependent NICs based on a Multivariate Cointegration/Vector Error-Correction Approach”. *Journal of Policy Modeling* 19(4): 417-440.
- Mishra, V., & Smyth, R. (2014). Convergence in energy consumption per capita among ASEAN countries. *Energy Policy*, 73, 180–185. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.06.006>
- Mutascu, M. (2016). A bootstrap panel Granger causality analysis of energy consumption and economic growth in the G7 countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 63, 166–171. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.055>
- Nuryartono, N., & Rifai, M. A. (2017). Analysis of causality between economic growth, energy consumption and carbon dioxide emissions in 4 ASEAN

- countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(6), 141–152.
- Odularu, G., & Okonkwo, C. (2009). Does energy consumption contribute to economic performance in Nigeria. *East-West Journal of Economics and Business*, XII(2), 43–79.
- Rahman, M. M. (2021). The dynamic nexus of energy consumption, international trade and economic growth in BRICS and ASEAN countries: A panel causality test. *Energy*, 229. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120679>
- Raihan, A., & Tuspekova, A. (2022). Toward a sustainable environment: Nexus between economic growth, renewable energy use, forested area, and carbon emissions in Malaysia. *Resources, Conservation and Recycling Advances*, 15(June), 200096. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200096>
- Romer, David. 2019. *Advanced Macroeconomics*. Fifth Edit. University of California, Berkeley.
- Roy, S. (2022). GDP and Energy Usage: Causality Analysis from the Viewpoint of Bangladesh. *East African Scholars Journal of Economics, Business and Management*, 5(6), 123–127. <https://doi.org/10.36349/easjebm.2022.v05i06.002>
- Herdyanti, M. K. (2021). Analisis Kausalitas Konsumsi Energi terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia (Causality Analysis of Energy Consumption on Economic Growth in Indonesia). *Jurnal Petro*, X(3), 122–129. <http://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/index.php/petro>
- Raihan, A., & Tuspekova, A. (2022). Toward a sustainable environment: Nexus between economic growth, renewable energy use, forested area, and carbon emissions in Malaysia. *Resources, Conservation and Recycling Advances*, 15(June), 200096. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200096>
- Sabado, J. R. F., Albutra, J. M. B., Centino, S. M. P., & Yap, W. B. C. (2022). Determinants of Energy Consumption: a Review of the Philippine Energy Sector. *European Journal of Economic and Financial Research*, 6(3), 68–102. <https://doi.org/10.46827/ejefr.v6i3.1323>
- Shafie, S. M., Mahlia, T. M. I., Masjuki, H. H., & Andriyana, A. (2011). Current energy usage and sustainable energy in Malaysia: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9), 4370–4377. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.113>
- Shakouri, B., & Khoshnevis Yazdi, S. (2017). Causality between renewable energy, energy consumption, and economic growth. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 12(9), 838–845. <https://doi.org/10.1080/15567249.2017.1312640>
- Singh, K., & Vashishtha, S. (2020). Does any relationship between energy

- consumption and economic growth exist in India? A var model analysis. *OPEC Energy Review*, 44(3), 334–347. <https://doi.org/10.1111/opeec.12185>
- Sugiyanto, H. (2017). The causality between energy consumption and gross domestic product (GDP) in Indonesia, Malaysia, Thailand and Singapore. *Jurnal Info Artha*, 1(2), 79–90.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: CV Alfabeta.
- Sun, S., & Anwar, S. (2015). Electricity consumption, industrial production, and entrepreneurship in Singapore. *Energy Policy*, 77, 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.11.036>
- Terzi, H., & Korkut Pata, U. (2017). *The Relationship between Renewable and Nonrenewable Energy Consumption and Economic growth in G7 countries: Evidence from Bootstrap Panel Causality Test*. November. <https://www.researchgate.net/publication/320878197>
- Tippichai, A. (2022). Decomposition Analysis of Energy Consumption in Thailand, 1990-2020. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(4), 10–14. <https://doi.org/10.32479/ijeep.13047>
- Todaro, M. P. dan Simth, S. C. (2003). *Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Tuna, G., & Tuna, V. E. (2019). The asymmetric causal relationship between renewable and NON-RENEWABLE energy consumption and economic growth in the ASEAN-5 countries. *Resources Policy*, 62(March), 114–124. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.03.010>
- YULIANI, T. (2015). Pertumbuhan Ekonomi Dan Ketimpangan Pendapatan Antar Kabupaten Di Kalimantan Timur. *Jejak*, 8(1). <https://doi.org/10.15294/jejak.v8i1.3854>
- Yoo, S. H. (2006). The causal relationship between electricity consumption and economic growth in the ASEAN countries. *Energy Policy*, 34(18), 3573–3582. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.07.011>

LAMPIRAN

Lampiran A. Hasil Uji Stationeritas

1. Indonesia

a. Variabel Konsumsi Energi Terbarukan (KET)

Level

Null Hypothesis: KET has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	3.525579	1.0000
Test critical values:		
1% level	-3.769597	
5% level	-3.004861	
10% level	-2.642242	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(KET)
 Method: Least Squares
 Date: 12/17/23 Time: 20:15
 Sample (adjusted): 3 24
 Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
KET(-1)	0.244528	0.069358	3.525579	0.0023
D(KET(-1))	-0.465581	0.251074	-1.854361	0.0793
C	-7.237892	5.875066	-1.231968	0.2330

R-squared	0.403819	Mean dependent var	10.61873
Adjusted R-squared	0.341063	S.D. dependent var	17.46118
S.E. of regression	14.17410	Akaike info criterion	8.266833
Sum squared resid	3817.195	Schwarz criterion	8.415612
Log likelihood	-87.93516	Hannan-Quinn criter.	8.301881
F-statistic	6.434761	Durbin-Watson stat	1.880373
Prob(F-statistic)	0.007347		

First Difference

Null Hypothesis: D(KET) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.189162	0.6589
Test critical values:		
1% level	-3.788030	
5% level	-3.012363	
10% level	-2.646119	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KET,2)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:17

Sample (adjusted): 4 24

Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KET(-1))	-0.333669	0.280592	-1.189162	0.2498
D(KET(-1),2)	-0.593099	0.207295	-2.861126	0.0104
C	4.978984	4.221817	1.179346	0.2536
R-squared	0.594139	Mean dependent var		1.390576
Adjusted R-squared	0.549043	S.D. dependent var		23.11711
S.E. of regression	15.52391	Akaike info criterion		8.454204
Sum squared resid	4337.854	Schwarz criterion		8.603421
Log likelihood	-85.76914	Hannan-Quinn criter.		8.486588
F-statistic	13.17506	Durbin-Watson stat		2.127458
Prob(F-statistic)	0.000299			

Second difference

Null Hypothesis: D(KET,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-11.43698	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.788030	
5% level	-3.012363	
10% level	-2.646119	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KET,3)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:17

Sample (adjusted): 4 24

Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KET(-1),2)	-1.760368	0.153919	-11.43698	0.0000
C	1.986238	3.426435	0.579681	0.5689
R-squared	0.873168	Mean dependent var		0.607188
Adjusted R-squared	0.866493	S.D. dependent var		42.94676
S.E. of regression	15.69217	Akaike info criterion		8.434594
Sum squared resid	4678.642	Schwarz criterion		8.534072
Log likelihood	-86.56324	Hannan-Quinn criter.		8.456183
F-statistic	130.8044	Durbin-Watson stat		2.354386
Prob(F-statistic)	0.000000			

b. Variabel Konsumsi Energi Fosil (KEF)

Level

Null Hypothesis: KEF has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.496357	0.8735
Test critical values:		
1% level	-3.788030	
5% level	-3.012363	
10% level	-2.646119	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KEF)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:19

Sample (adjusted): 4 24

Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
KEF(-1)	-0.039999	0.080585	-0.496357	0.6260
D(KEF(-1))	-0.189082	0.272655	-0.693483	0.4974
D(KEF(-2))	-1.284311	0.272588	-4.711550	0.0002
C	183.7443	136.7490	1.343662	0.1967

R-squared	0.568380	Mean dependent var	59.18063
Adjusted R-squared	0.492211	S.D. dependent var	130.7846
S.E. of regression	93.19617	Akaike info criterion	12.07693
Sum squared resid	147653.9	Schwarz criterion	12.27589
Log likelihood	-122.8078	Hannan-Quinn criter.	12.12011
F-statistic	7.462156	Durbin-Watson stat	1.859982
Prob(F-statistic)	0.002127		

First difference

Null Hypothesis: D(KEF) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.362682	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.788030	
5% level	-3.012363	
10% level	-2.646119	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KEF,2)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:19

Sample (adjusted): 4 24

Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KEF(-1))	-2.448300	0.384791	-6.362682	0.0000
D(KEF(-1),2)	1.268654	0.265028	4.786871	0.0001
C	117.0570	24.94472	4.692657	0.0002
R-squared	0.692611	Mean dependent var	21.33467	
Adjusted R-squared	0.658457	S.D. dependent var	156.0945	
S.E. of regression	91.22432	Akaike info criterion	11.99608	
Sum squared resid	149793.8	Schwarz criterion	12.14530	
Log likelihood	-122.9589	Hannan-Quinn criter.	12.02847	
F-statistic	20.27885	Durbin-Watson stat	1.871282	
Prob(F-statistic)	0.000025			

Second difference

Null Hypothesis: D(KEF,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.535224	0.0003
Test critical values:		
1% level	-3.831511	
5% level	-3.029970	
10% level	-2.655194	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 19

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KEF,3)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:19

Sample (adjusted): 6 24

Included observations: 19 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KEF(-1),2)	-4.234859	0.765075	-5.535224	0.0001
D(KEF(-1),3)	2.519396	0.582921	4.322022	0.0006
D(KEF(-2),3)	1.004671	0.396185	2.535865	0.0228
C	1.299254	25.38896	0.051174	0.9599
R-squared	0.744838	Mean dependent var		22.39262
Adjusted R-squared	0.693805	S.D. dependent var		197.1268
S.E. of regression	109.0799	Akaike info criterion		12.40670
Sum squared resid	178476.4	Schwarz criterion		12.60553
Log likelihood	-113.8637	Hannan-Quinn criter.		12.44035
F-statistic	14.59536	Durbin-Watson stat		1.669525
Prob(F-statistic)	0.000101			

c. Variabel Pertumbuhan Ekonomi (GDP)

Level

Null Hypothesis: GDP has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.303273	0.0029
Test critical values:		
1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GDP)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:20

Sample (adjusted): 2 24

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDP(-1)	-0.821692	0.190946	-4.303273	0.0003
C	4.042088	0.959618	4.212186	0.0004
R-squared	0.468599	Mean dependent var		0.196412
Adjusted R-squared	0.443294	S.D. dependent var		2.247210
S.E. of regression	1.676705	Akaike info criterion		3.954480
Sum squared resid	59.03815	Schwarz criterion		4.053218
Log likelihood	-43.47652	Hannan-Quinn criter.		3.979312
F-statistic	18.51816	Durbin-Watson stat		1.899088
Prob(F-statistic)	0.000315			

First difference

Null Hypothesis: D(GDP) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.787661	0.0011
Test critical values:		
1% level	-3.788030	
5% level	-3.012363	
10% level	-2.646119	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GDP,2)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:21

Sample (adjusted): 4 24

Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(GDP(-1))	-2.178953	0.455118	-4.787661	0.0001
D(GDP(-1),2)	0.540538	0.269228	2.007736	0.0599
C	-0.031236	0.421830	-0.074048	0.9418
R-squared	0.735844	Mean dependent var		0.137245
Adjusted R-squared	0.706494	S.D. dependent var		3.546659
S.E. of regression	1.921446	Akaike info criterion		4.275596
Sum squared resid	66.45515	Schwarz criterion		4.424814
Log likelihood	-41.89376	Hannan-Quinn criter.		4.307980
F-statistic	25.07082	Durbin-Watson stat		1.993662
Prob(F-statistic)	0.000006			

Second difference

Null Hypothesis: D(GDP,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 5 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.114203	0.0069
Test critical values: 1% level	-3.920350	
5% level	-3.065585	
10% level	-2.673460	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 16

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GDP,3)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:21

Sample (adjusted): 9 24

Included observations: 16 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(GDP(-1),2)	-15.88241	3.860384	-4.114203	0.0026
D(GDP(-1),3)	12.94519	3.669871	3.527424	0.0064
D(GDP(-2),3)	9.932917	3.283152	3.025421	0.0144
D(GDP(-3),3)	6.719532	2.501551	2.686146	0.0250
D(GDP(-4),3)	3.385770	1.498188	2.259910	0.0502
D(GDP(-5),3)	0.944620	0.505271	1.869532	0.0944
C	-0.928622	0.579936	-1.601249	0.1438

R-squared	0.951261	Mean dependent var	-0.206857
Adjusted R-squared	0.918768	S.D. dependent var	7.183546
S.E. of regression	2.047398	Akaike info criterion	4.570652
Sum squared resid	37.72654	Schwarz criterion	4.908660
Log likelihood	-29.56522	Hannan-Quinn criter.	4.587961
F-statistic	29.27607	Durbin-Watson stat	2.609845
Prob(F-statistic)	0.000021		

- 2. Malaysia
 - a. Variabel Konsumsi Energi Terbarukan (KET)

Level

Null Hypothesis: KET has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	2.649939	1.0000
Test critical values:		
1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(KET)
 Method: Least Squares
 Date: 12/17/23 Time: 20:23
 Sample (adjusted): 2 24
 Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
KET(-1)	0.099500	0.037548	2.649939	0.0150
C	-0.233470	1.833593	-0.127329	0.8999

R-squared	0.250594	Mean dependent var	3.790008
Adjusted R-squared	0.214908	S.D. dependent var	5.564011
S.E. of regression	4.930017	Akaike info criterion	6.111503
Sum squared resid	510.4064	Schwarz criterion	6.210242
Log likelihood	-68.28229	Hannan-Quinn criter.	6.136336
F-statistic	7.022177	Durbin-Watson stat	1.570234
Prob(F-statistic)	0.014979		

First difference

Null Hypothesis: D(KET) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.745781	0.0826
Test critical values:		
1% level	-3.769597	
5% level	-3.004861	
10% level	-2.642242	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KET,2)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:24

Sample (adjusted): 3 24

Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KET(-1))	-0.540034	0.196678	-2.745781	0.0125
C	2.250307	1.312271	1.714819	0.1018
R-squared	0.273765	Mean dependent var		0.249526
Adjusted R-squared	0.237454	S.D. dependent var		5.862060
S.E. of regression	5.118979	Akaike info criterion		6.190295
Sum squared resid	524.0789	Schwarz criterion		6.289481
Log likelihood	-66.09325	Hannan-Quinn criter.		6.213660
F-statistic	7.539313	Durbin-Watson stat		1.853184
Prob(F-statistic)	0.012461			

Second difference

Null Hypothesis: D(KET,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.303087	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.808546	
5% level	-3.020686	
10% level	-2.650413	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KET,3)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:25

Sample (adjusted): 5 24

Included observations: 20 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KET(-1),2)	-1.914601	0.303756	-6.303087	0.0000
D(KET(-1),3)	0.625967	0.201243	3.110505	0.0064
C	0.859424	1.147030	0.749260	0.4639
R-squared	0.731446	Mean dependent var	-0.357016	
Adjusted R-squared	0.699851	S.D. dependent var	9.247876	
S.E. of regression	5.066527	Akaike info criterion	6.220669	
Sum squared resid	436.3848	Schwarz criterion	6.370029	
Log likelihood	-59.20669	Hannan-Quinn criter.	6.249826	
F-statistic	23.15096	Durbin-Watson stat	2.412779	
Prob(F-statistic)	0.000014			

b. Variabel Konsumsi Energi Fosil (KEF)

Level

Null Hypothesis: KEF has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.696239	0.4198
Test critical values:		
1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KEF)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:25

Sample (adjusted): 2 24

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
KEF(-1)	-0.058079	0.034240	-1.696239	0.1046
C	84.36742	31.82294	2.651151	0.0149
R-squared	0.120501	Mean dependent var		31.60493
Adjusted R-squared	0.078620	S.D. dependent var		33.56908
S.E. of regression	32.22247	Akaike info criterion		9.866147
Sum squared resid	21804.04	Schwarz criterion		9.964885
Log likelihood	-111.4607	Hannan-Quinn criter.		9.890979
F-statistic	2.877227	Durbin-Watson stat		2.192529
Prob(F-statistic)	0.104616			

First difference

Null Hypothesis: D(KEF) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.129203	0.0005
Test critical values:		
1% level	-3.769597	
5% level	-3.004861	
10% level	-2.642242	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KEF,2)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:26

Sample (adjusted): 3 24

Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KEF(-1))	-1.105334	0.215498	-5.129203	0.0001
C	32.49667	9.579779	3.392215	0.0029
R-squared	0.568116	Mean dependent var	-0.734533	
Adjusted R-squared	0.546522	S.D. dependent var	49.15127	
S.E. of regression	33.09885	Akaike info criterion	9.923382	
Sum squared resid	21910.68	Schwarz criterion	10.02257	
Log likelihood	-107.1572	Hannan-Quinn criter.	9.946748	
F-statistic	26.30873	Durbin-Watson stat	1.924653	
Prob(F-statistic)	0.000051			

Second difference

Null Hypothesis: D(KEF,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.322129	0.0004
Test critical values:		
1% level	-3.808546	
5% level	-3.020686	
10% level	-2.650413	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KEF,3)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:26

Sample (adjusted): 5 24

Included observations: 20 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KEF(-1),2)	-2.319492	0.435820	-5.322129	0.0001
D(KEF(-1),3)	0.552467	0.261104	2.115888	0.0494
C	-0.427663	9.176720	-0.046603	0.9634
R-squared	0.798237	Mean dependent var	-0.887242	
Adjusted R-squared	0.774500	S.D. dependent var	85.24072	
S.E. of regression	40.47813	Akaike info criterion	10.37688	
Sum squared resid	27854.15	Schwarz criterion	10.52624	
Log likelihood	-100.7688	Hannan-Quinn criter.	10.40604	
F-statistic	33.62859	Durbin-Watson stat	2.021541	
Prob(F-statistic)	0.000001			

c. Variabel Pertumbuhan Ekonomi (GDP)

Level

Null Hypothesis: GDP has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.659684	0.0013
Test critical values:		
1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GDP)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:27

Sample (adjusted): 2 24

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDP(-1)	-1.050583	0.225462	-4.659684	0.0001
C	4.910582	1.229343	3.994476	0.0007
R-squared	0.508342	Mean dependent var		0.111162
Adjusted R-squared	0.484930	S.D. dependent var		4.484711
S.E. of regression	3.218604	Akaike info criterion		5.258714
Sum squared resid	217.5476	Schwarz criterion		5.357452
Log likelihood	-58.47521	Hannan-Quinn criter.		5.283546
F-statistic	21.71265	Durbin-Watson stat		1.928242
Prob(F-statistic)	0.000134			

First difference

Null Hypothesis: D(GDP) has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.749104	0.0013
Test critical values: 1% level	-3.808546	
5% level	-3.020686	
10% level	-2.650413	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(GDP,2)
 Method: Least Squares
 Date: 12/17/23 Time: 20:27
 Sample (adjusted): 5 24
 Included observations: 20 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(GDP(-1))	-3.161967	0.665803	-4.749104	0.0002
D(GDP(-1),2)	1.397014	0.496270	2.815025	0.0124
D(GDP(-2),2)	0.555660	0.273874	2.028892	0.0594
C	-0.389766	0.817398	-0.476838	0.6399

R-squared	0.773350	Mean dependent var	0.036443
Adjusted R-squared	0.730854	S.D. dependent var	6.822188
S.E. of regression	3.539305	Akaike info criterion	5.542594
Sum squared resid	200.4269	Schwarz criterion	5.741741
Log likelihood	-51.42594	Hannan-Quinn criter.	5.581470
F-statistic	18.19785	Durbin-Watson stat	2.064909
Prob(F-statistic)	0.000021		

Second difference

Null Hypothesis: D(GDP,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.794102	0.0013
Test critical values:		
1% level	-3.831511	
5% level	-3.029970	
10% level	-2.655194	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 19

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GDP,3)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:27

Sample (adjusted): 6 24

Included observations: 19 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(GDP(-1),2)	-3.810271	0.794783	-4.794102	0.0002
D(GDP(-1),3)	1.697942	0.608349	2.791067	0.0137
D(GDP(-2),3)	0.634050	0.277450	2.285280	0.0373
C	0.298553	1.120155	0.266528	0.7935
R-squared	0.871696	Mean dependent var		0.076389
Adjusted R-squared	0.846035	S.D. dependent var		12.42695
S.E. of regression	4.876139	Akaike info criterion		6.191248
Sum squared resid	356.6510	Schwarz criterion		6.390078
Log likelihood	-54.81686	Hannan-Quinn criter.		6.224898
F-statistic	33.96981	Durbin-Watson stat		2.202754
Prob(F-statistic)	0.000001			

3. Singapura
 a. Variabel Konsumsi Energi Terbarukan (KET)

Level

Null Hypothesis: KET has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.260648	0.9975
Test critical values:		
1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KET)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:29

Sample (adjusted): 2 24

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
KET(-1)	0.145010	0.115028	1.260648	0.2213
C	-0.112037	0.245168	-0.456981	0.6524
R-squared	0.070354	Mean dependent var		0.180899
Adjusted R-squared	0.026085	S.D. dependent var		0.379916
S.E. of regression	0.374928	Akaike info criterion		0.958777
Sum squared resid	2.951995	Schwarz criterion		1.057516
Log likelihood	-9.025935	Hannan-Quinn criter.		0.983609
F-statistic	1.589233	Durbin-Watson stat		1.274800
Prob(F-statistic)	0.221263			

First difference

Null Hypothesis: D(KET) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.595203	0.4682
Test critical values:		
1% level	-3.769597	
5% level	-3.004861	
10% level	-2.642242	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KET,2)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:29

Sample (adjusted): 3 24

Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KET(-1))	-0.829167	0.519788	-1.595203	0.1263
C	0.170457	0.101616	1.677470	0.1090
R-squared	0.112872	Mean dependent var		0.079866
Adjusted R-squared	0.068516	S.D. dependent var		0.409519
S.E. of regression	0.395241	Akaike info criterion		1.067866
Sum squared resid	3.124309	Schwarz criterion		1.167052
Log likelihood	-9.746525	Hannan-Quinn criter.		1.091231
F-statistic	2.544673	Durbin-Watson stat		1.058642
Prob(F-statistic)	0.126348			

Second difference

Null Hypothesis: D(KET,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.815612	0.0094
Test critical values:		
1% level	-3.788030	
5% level	-3.012363	
10% level	-2.646119	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KET,3)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:29

Sample (adjusted): 4 24

Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KET(-1),2)	-1.313662	0.344286	-3.815612	0.0012
C	0.052365	0.086108	0.608139	0.5503
R-squared	0.433831	Mean dependent var		0.038318
Adjusted R-squared	0.404033	S.D. dependent var		0.510673
S.E. of regression	0.394234	Akaike info criterion		1.066647
Sum squared resid	2.952985	Schwarz criterion		1.166126
Log likelihood	-9.199798	Hannan-Quinn criter.		1.088237
F-statistic	14.55890	Durbin-Watson stat		0.885149
Prob(F-statistic)	0.001167			

b. Variabel Konsumsi Energi Fosil (KEF)

Level

Null Hypothesis: KEF has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.583827	0.4737
Test critical values:		
1% level	-3.769597	
5% level	-3.004861	
10% level	-2.642242	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KEF)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:30

Sample (adjusted): 3 24

Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
KEF(-1)	-0.052792	0.033332	-1.583827	0.1297
D(KEF(-1))	0.412837	0.214017	1.928996	0.0688
C	48.73303	26.17946	1.861499	0.0782
R-squared	0.285127	Mean dependent var		19.62537
Adjusted R-squared	0.209877	S.D. dependent var		30.36633
S.E. of regression	26.99228	Akaike info criterion		9.555103
Sum squared resid	13843.08	Schwarz criterion		9.703881
Log likelihood	-102.1061	Hannan-Quinn criter.		9.590150
F-statistic	3.789077	Durbin-Watson stat		1.812843
Prob(F-statistic)	0.041226			

First difference

Null Hypothesis: D(KEF) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.409633	0.1506
Test critical values:		
1% level	-3.769597	
5% level	-3.004861	
10% level	-2.642242	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KEF,2)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:30

Sample (adjusted): 3 24

Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KEF(-1))	-0.526026	0.218301	-2.409633	0.0257
C	8.982359	7.722959	1.163072	0.2585
R-squared	0.224996	Mean dependent var	-2.829463	
Adjusted R-squared	0.186246	S.D. dependent var	31.03010	
S.E. of regression	27.99173	Akaike info criterion	9.588203	
Sum squared resid	15670.74	Schwarz criterion	9.687389	
Log likelihood	-103.4702	Hannan-Quinn criter.	9.611568	
F-statistic	5.806332	Durbin-Watson stat	1.797267	
Prob(F-statistic)	0.025722			

Second difference

Null Hypothesis: D(KEF,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.567436	0.0002
Test critical values:		
1% level	-3.788030	
5% level	-3.012363	
10% level	-2.646119	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KEF,3)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:31

Sample (adjusted): 4 24

Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KEF(-1),2)	-1.237447	0.222265	-5.567436	0.0000
C	-4.648425	6.745859	-0.689078	0.4991
R-squared	0.619972	Mean dependent var	-2.891732	
Adjusted R-squared	0.599971	S.D. dependent var	48.82311	
S.E. of regression	30.87957	Akaike info criterion	9.788460	
Sum squared resid	18117.41	Schwarz criterion	9.887938	
Log likelihood	-100.7788	Hannan-Quinn criter.	9.810049	
F-statistic	30.99635	Durbin-Watson stat	1.663596	
Prob(F-statistic)	0.000023			

c. Variabel Pertumbuhan Ekonomi (GDP)

Level

Null Hypothesis: GDP has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.676237	0.0012
Test critical values:		
1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GDP)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:31

Sample (adjusted): 2 24

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDP(-1)	-1.021647	0.218476	-4.676237	0.0001
C	4.992322	1.389001	3.594182	0.0017
R-squared	0.510115	Mean dependent var		-0.090061
Adjusted R-squared	0.486787	S.D. dependent var		5.790117
S.E. of regression	4.147975	Akaike info criterion		5.766059
Sum squared resid	361.3197	Schwarz criterion		5.864798
Log likelihood	-64.30968	Hannan-Quinn criter.		5.790891
F-statistic	21.86719	Durbin-Watson stat		1.972203
Prob(F-statistic)	0.000129			

First difference

Null Hypothesis: D(GDP) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.669679	0.0002
Test critical values:		
1% level	-3.788030	
5% level	-3.012363	
10% level	-2.646119	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GDP,2)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:32

Sample (adjusted): 4 24

Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(GDP(-1))	-2.046453	0.360947	-5.669679	0.0000
D(GDP(-1),2)	0.446326	0.226483	1.970680	0.0643
C	0.015754	1.042461	0.015112	0.9881
R-squared	0.788598	Mean dependent var		0.232086
Adjusted R-squared	0.765109	S.D. dependent var		9.807253
S.E. of regression	4.753143	Akaike info criterion		6.087053
Sum squared resid	406.6627	Schwarz criterion		6.236270
Log likelihood	-60.91406	Hannan-Quinn criter.		6.119437
F-statistic	33.57287	Durbin-Watson stat		2.278198
Prob(F-statistic)	0.000001			

Second difference

Null Hypothesis: D(GDP,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.498047	0.0003
Test critical values:		
1% level	-3.831511	
5% level	-3.029970	
10% level	-2.655194	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 19

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GDP,3)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:32

Sample (adjusted): 6 24

Included observations: 19 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(GDP(-1),2)	-3.612177	0.656993	-5.498047	0.0001
D(GDP(-1),3)	1.466969	0.491522	2.984541	0.0093
D(GDP(-2),3)	0.509708	0.238885	2.133697	0.0498
C	0.257490	1.483753	0.173540	0.8645
R-squared	0.871974	Mean dependent var		-0.718393
Adjusted R-squared	0.846369	S.D. dependent var		16.44512
S.E. of regression	6.445801	Akaike info criterion		6.749399
Sum squared resid	623.2252	Schwarz criterion		6.948228
Log likelihood	-60.11929	Hannan-Quinn criter.		6.783049
F-statistic	34.05455	Durbin-Watson stat		2.173834
Prob(F-statistic)	0.000001			

4. Thailand

a. Variabel Konsumsi Energi Terbarukan (KET)

Level

Null Hypothesis: KET has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.349040	0.9758
Test critical values:		
1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KET)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:33

Sample (adjusted): 2 24

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
KET(-1)	0.014007	0.040129	0.349040	0.7305
C	3.296517	2.275074	1.448971	0.1621
R-squared	0.005768	Mean dependent var		3.980347
Adjusted R-squared	-0.041576	S.D. dependent var		5.434752
S.E. of regression	5.546580	Akaike info criterion		6.347182
Sum squared resid	646.0556	Schwarz criterion		6.445920
Log likelihood	-70.99259	Hannan-Quinn criter.		6.372014
F-statistic	0.121829	Durbin-Watson stat		1.491309
Prob(F-statistic)	0.730535			

First difference

Null Hypothesis: D(KET) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.464755	0.0194
Test critical values:		
1% level	-3.769597	
5% level	-3.004861	
10% level	-2.642242	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KET,2)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:33

Sample (adjusted): 3 24

Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KET(-1))	-0.740666	0.213771	-3.464755	0.0024
C	2.769992	1.445828	1.915851	0.0698
R-squared	0.375088	Mean dependent var	-0.217923	
Adjusted R-squared	0.343843	S.D. dependent var	6.719667	
S.E. of regression	5.443167	Akaike info criterion	6.313107	
Sum squared resid	592.5614	Schwarz criterion	6.412293	
Log likelihood	-67.44418	Hannan-Quinn criter.	6.336472	
F-statistic	12.00453	Durbin-Watson stat	1.804922	
Prob(F-statistic)	0.002447			

Second difference

Null Hypothesis: D(KET,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.297555	0.0041
Test critical values:		
1% level	-3.857386	
5% level	-3.040391	
10% level	-2.660551	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 18

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KET,3)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:34

Sample (adjusted): 7 24

Included observations: 18 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KET(-1),2)	-3.564747	0.829483	-4.297555	0.0009
D(KET(-1),3)	2.046735	0.691945	2.957944	0.0111
D(KET(-2),3)	1.425815	0.567409	2.512855	0.0260
D(KET(-3),3)	0.766859	0.325762	2.354049	0.0350
C	0.659864	1.468002	0.449498	0.6605

R-squared	0.770732	Mean dependent var	0.232310
Adjusted R-squared	0.700188	S.D. dependent var	11.16308
S.E. of regression	6.112357	Akaike info criterion	6.688635
Sum squared resid	485.6918	Schwarz criterion	6.935961
Log likelihood	-55.19772	Hannan-Quinn criter.	6.722738
F-statistic	10.92553	Durbin-Watson stat	2.334795
Prob(F-statistic)	0.000418		

b. Variabel Konsumsi Energi Fosil (KEF)

Level

Null Hypothesis: KEF has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.544319	0.1187
Test critical values:		
1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KEF)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:34

Sample (adjusted): 2 24

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
KEF(-1)	-0.080426	0.031610	-2.544319	0.0189
C	115.2913	35.72638	3.227064	0.0040
R-squared	0.235629	Mean dependent var		26.05855
Adjusted R-squared	0.199230	S.D. dependent var		36.49572
S.E. of regression	32.65847	Akaike info criterion		9.893027
Sum squared resid	22398.09	Schwarz criterion		9.991766
Log likelihood	-111.7698	Hannan-Quinn criter.		9.917859
F-statistic	6.473557	Durbin-Watson stat		1.728955
Prob(F-statistic)	0.018875			

First difference

Null Hypothesis: D(KEF) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.330646	0.0257
Test critical values:		
1% level	-3.769597	
5% level	-3.004861	
10% level	-2.642242	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KEF,2)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:35

Sample (adjusted): 3 24

Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KEF(-1))	-0.715760	0.214901	-3.330646	0.0033
C	18.81045	9.693068	1.940608	0.0665
R-squared	0.356773	Mean dependent var	-0.273575	
Adjusted R-squared	0.324611	S.D. dependent var	44.62135	
S.E. of regression	36.67073	Akaike info criterion	10.12834	
Sum squared resid	26894.85	Schwarz criterion	10.22753	
Log likelihood	-109.4118	Hannan-Quinn criter.	10.15171	
F-statistic	11.09320	Durbin-Watson stat	2.065710	
Prob(F-statistic)	0.003333			

Second difference

Null Hypothesis: D(KEF,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.543845	0.0021
Test critical values:		
1% level	-3.808546	
5% level	-3.020686	
10% level	-2.650413	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KEF,3)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:35

Sample (adjusted): 5 24

Included observations: 20 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KEF(-1),2)	-2.087091	0.459323	-4.543845	0.0003
D(KEF(-1),3)	0.418035	0.281444	1.485323	0.1558
C	-5.847037	9.244357	-0.632498	0.5355
R-squared	0.769610	Mean dependent var	-0.989957	
Adjusted R-squared	0.742505	S.D. dependent var	79.85048	
S.E. of regression	40.51930	Akaike info criterion	10.37891	
Sum squared resid	27910.83	Schwarz criterion	10.52827	
Log likelihood	-100.7891	Hannan-Quinn criter.	10.40807	
F-statistic	28.39392	Durbin-Watson stat	2.023025	
Prob(F-statistic)	0.000004			

c. Variabel Pertumbuhan Ekonomi (GDP)

Level

Null Hypothesis: GDP has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.013254	0.0056
Test critical values:		
1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GDP)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:36

Sample (adjusted): 2 24

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDP(-1)	-0.866434	0.215893	-4.013254	0.0006
C	2.908973	0.981223	2.964640	0.0074
R-squared	0.434057	Mean dependent var		-0.085981
Adjusted R-squared	0.407107	S.D. dependent var		3.968058
S.E. of regression	3.055386	Akaike info criterion		5.154630
Sum squared resid	196.0430	Schwarz criterion		5.253369
Log likelihood	-57.27825	Hannan-Quinn criter.		5.179463
F-statistic	16.10621	Durbin-Watson stat		2.031801
Prob(F-statistic)	0.000629			

First difference

Null Hypothesis: D(GDP) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.679825	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.769597	
5% level	-3.004861	
10% level	-2.642242	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GDP,2)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:36

Sample (adjusted): 3 24

Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(GDP(-1))	-1.495677	0.194754	-7.679825	0.0000
C	-0.153968	0.771628	-0.199537	0.8439
R-squared	0.746770	Mean dependent var		0.055441
Adjusted R-squared	0.734109	S.D. dependent var		7.014492
S.E. of regression	3.616996	Akaike info criterion		5.495673
Sum squared resid	261.6533	Schwarz criterion		5.594859
Log likelihood	-58.45240	Hannan-Quinn criter.		5.519038
F-statistic	58.97972	Durbin-Watson stat		2.203804
Prob(F-statistic)	0.000000			

Second difference

Null Hypothesis: D(GDP,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.020177	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.808546	
5% level	-3.020686	
10% level	-2.650413	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GDP,3)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:37

Sample (adjusted): 5 24

Included observations: 20 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(GDP(-1),2)	-2.607279	0.433090	-6.020177	0.0000
D(GDP(-1),3)	0.557416	0.251432	2.216963	0.0405
C	0.144998	1.091739	0.132814	0.8959
R-squared	0.881695	Mean dependent var	-0.508608	
Adjusted R-squared	0.867777	S.D. dependent var	13.39491	
S.E. of regression	4.870723	Akaike info criterion	6.141843	
Sum squared resid	403.3069	Schwarz criterion	6.291203	
Log likelihood	-58.41843	Hannan-Quinn criter.	6.170999	
F-statistic	63.34830	Durbin-Watson stat	2.192954	
Prob(F-statistic)	0.000000			

5. Filipina

a. Variabel Konsumsi Energi Terbarukan (KET)

Level

Null Hypothesis: KET has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.471034	0.8801
Test critical values:		
1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KET)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:39

Sample (adjusted): 2 24

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
KET(-1)	-0.068381	0.145172	-0.471034	0.6425
C	4.788721	8.357997	0.572951	0.5728
R-squared	0.010455	Mean dependent var		0.870212
Adjusted R-squared	-0.036666	S.D. dependent var		3.800727
S.E. of regression	3.869779	Akaike info criterion		5.627213
Sum squared resid	314.4790	Schwarz criterion		5.725952
Log likelihood	-62.71295	Hannan-Quinn criter.		5.652046
F-statistic	0.221873	Durbin-Watson stat		2.186690
Prob(F-statistic)	0.642473			

First difference

Null Hypothesis: D(KET) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.358951	0.0003
Test critical values:		
1% level	-3.769597	
5% level	-3.004861	
10% level	-2.642242	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KET,2)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:40

Sample (adjusted): 3 24

Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KET(-1))	-1.200253	0.223972	-5.358951	0.0000
C	0.919764	0.842393	1.091846	0.2879
R-squared	0.589477	Mean dependent var		0.095084
Adjusted R-squared	0.568951	S.D. dependent var		5.916879
S.E. of regression	3.884687	Akaike info criterion		5.638470
Sum squared resid	301.8158	Schwarz criterion		5.737655
Log likelihood	-60.02317	Hannan-Quinn criter.		5.661835
F-statistic	28.71836	Durbin-Watson stat		1.818872
Prob(F-statistic)	0.000030			

Second difference

Null Hypothesis: D(KET,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 4 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.847411	0.0108
Test critical values:		
1% level	-3.886751	
5% level	-3.052169	
10% level	-2.666593	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 17

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KET,3)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:40

Sample (adjusted): 8 24

Included observations: 17 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KET(-1),2)	-6.109161	1.587863	-3.847411	0.0027
D(KET(-1),3)	3.950888	1.399450	2.823173	0.0166
D(KET(-2),3)	2.649813	1.071261	2.473546	0.0309
D(KET(-3),3)	1.467644	0.662844	2.214163	0.0489
D(KET(-4),3)	0.516758	0.285014	1.813093	0.0972
C	0.627380	1.100389	0.570144	0.5800
R-squared	0.880454	Mean dependent var		0.174739
Adjusted R-squared	0.826115	S.D. dependent var		10.82573
S.E. of regression	4.514275	Akaike info criterion		6.122931
Sum squared resid	224.1655	Schwarz criterion		6.417006
Log likelihood	-46.04491	Hannan-Quinn criter.		6.152162
F-statistic	16.20298	Durbin-Watson stat		1.822100
Prob(F-statistic)	0.000095			

b. Variabel Konsumsi Energi Fosil (KEF)

Level

Null Hypothesis: KEF has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.879623	0.9932
Test critical values:		
1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KEF)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:40

Sample (adjusted): 2 24

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
KEF(-1)	0.042434	0.048242	0.879623	0.3890
C	-2.702123	16.49107	-0.163854	0.8714
R-squared	0.035535	Mean dependent var		11.31864
Adjusted R-squared	-0.010392	S.D. dependent var		20.17852
S.E. of regression	20.28309	Akaike info criterion		8.940394
Sum squared resid	8639.482	Schwarz criterion		9.039132
Log likelihood	-100.8145	Hannan-Quinn criter.		8.965226
F-statistic	0.773736	Durbin-Watson stat		1.750276
Prob(F-statistic)	0.389019			

First difference

Null Hypothesis: D(KEF) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.700887	0.0116
Test critical values:		
1% level	-3.769597	
5% level	-3.004861	
10% level	-2.642242	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KEF,2)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:41

Sample (adjusted): 3 24

Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KEF(-1))	-0.838263	0.226503	-3.700887	0.0014
C	10.19515	4.991938	2.042322	0.0545
R-squared	0.406468	Mean dependent var		1.605903
Adjusted R-squared	0.376791	S.D. dependent var		26.25908
S.E. of regression	20.72986	Akaike info criterion		8.987536
Sum squared resid	8594.543	Schwarz criterion		9.086721
Log likelihood	-96.86289	Hannan-Quinn criter.		9.010901
F-statistic	13.69656	Durbin-Watson stat		1.990353
Prob(F-statistic)	0.001414			

Second difference

Null Hypothesis: D(KEF,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.269358	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.788030	
5% level	-3.012363	
10% level	-2.646119	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(KEF,3)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:41

Sample (adjusted): 4 24

Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(KEF(-1),2)	-1.472488	0.202561	-7.269358	0.0000
C	2.322992	5.316983	0.436900	0.6671
R-squared	0.735537	Mean dependent var		0.424196
Adjusted R-squared	0.721617	S.D. dependent var		46.12423
S.E. of regression	24.33606	Akaike info criterion		9.312188
Sum squared resid	11252.63	Schwarz criterion		9.411666
Log likelihood	-95.77797	Hannan-Quinn criter.		9.333777
F-statistic	52.84356	Durbin-Watson stat		1.959593
Prob(F-statistic)	0.000001			

c. Variabel Pertumbuhan Ekonomi (GDP)

Level

Null Hypothesis: GDP has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.770721	0.0010
Test critical values:		
1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GDP)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:42

Sample (adjusted): 2 24

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDP(-1)	-1.050137	0.220121	-4.770721	0.0001
C	5.160154	1.282849	4.022417	0.0006
R-squared	0.520107	Mean dependent var		0.183647
Adjusted R-squared	0.497255	S.D. dependent var		5.050566
S.E. of regression	3.581079	Akaike info criterion		5.472146
Sum squared resid	269.3066	Schwarz criterion		5.570885
Log likelihood	-60.92968	Hannan-Quinn criter.		5.496979
F-statistic	22.75978	Durbin-Watson stat		1.993694
Prob(F-statistic)	0.000103			

First difference

Null Hypothesis: D(GDP) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.127666	0.0005
Test critical values:		
1% level	-3.788030	
5% level	-3.012363	
10% level	-2.646119	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GDP,2)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:42

Sample (adjusted): 4 24

Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(GDP(-1))	-2.651524	0.517102	-5.127666	0.0001
D(GDP(-1),2)	0.797952	0.322054	2.477697	0.0234
C	-0.219390	0.954718	-0.229796	0.8208
R-squared	0.795430	Mean dependent var		0.151851
Adjusted R-squared	0.772700	S.D. dependent var		8.998210
S.E. of regression	4.289988	Akaike info criterion		5.882008
Sum squared resid	331.2719	Schwarz criterion		6.031226
Log likelihood	-58.76109	Hannan-Quinn criter.		5.914392
F-statistic	34.99468	Durbin-Watson stat		2.077608
Prob(F-statistic)	0.000001			

Second difference

Null Hypothesis: D(GDP,2) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.375453	0.0032
Test critical values:		
1% level	-3.831511	
5% level	-3.029970	
10% level	-2.655194	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 19

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GDP,3)

Method: Least Squares

Date: 12/17/23 Time: 20:42

Sample (adjusted): 6 24

Included observations: 19 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(GDP(-1),2)	-5.455253	1.246786	-4.375453	0.0005
D(GDP(-1),3)	2.876159	1.007020	2.856108	0.0120
D(GDP(-2),3)	0.947036	0.501449	1.888597	0.0784
C	-0.278926	1.307975	-0.213251	0.8340
R-squared	0.910782	Mean dependent var		-0.741108
Adjusted R-squared	0.892938	S.D. dependent var		16.96522
S.E. of regression	5.551064	Akaike info criterion		6.450520
Sum squared resid	462.2146	Schwarz criterion		6.649349
Log likelihood	-57.27994	Hannan-Quinn criter.		6.484170
F-statistic	51.04253	Durbin-Watson stat		2.188585
Prob(F-statistic)	0.000000			

Lampiran B. Hasil Uji Kausalitas Granger

1. Indonesia

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 12/17/23 Time: 19:54

Sample: 1 24

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
KEF does not Granger Cause KET	22	1.13208	0.3455
KET does not Granger Cause KEF		2.90632	0.0821
GDP does not Granger Cause KET	22	0.53309	0.5963
KET does not Granger Cause GDP		1.87304	0.1840
GDP does not Granger Cause KEF	22	9.64517	0.0016
KEF does not Granger Cause GDP		1.64794	0.2217

2. Malaysia

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 12/17/23 Time: 19:57

Sample: 1 24

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
KEF does not Granger Cause KET	22	2.58962	0.1043
KET does not Granger Cause KEF		0.21543	0.8084
GDP does not Granger Cause KET	22	0.04624	0.9549
KET does not Granger Cause GDP		2.80879	0.0883
GDP does not Granger Cause KEF	22	0.91297	0.4201
KEF does not Granger Cause GDP		0.46341	0.6369

3. Singapura

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 12/17/23 Time: 19:59

Sample: 1 24

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
KEF does not Granger Cause KET	22	0.23189	0.7955
KET does not Granger Cause KEF		1.86574	0.1851
GDP does not Granger Cause KET	22	2.78451	0.0899
KET does not Granger Cause GDP		1.33966	0.2882
GDP does not Granger Cause KEF	22	0.28485	0.7556
KEF does not Granger Cause GDP		1.42646	0.2675

4. Thailand

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 12/17/23 Time: 20:00

Sample: 1 24

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
KEF does not Granger Cause KET	22	2.06296	0.1577
KET does not Granger Cause KEF		1.43000	0.2667
GDP does not Granger Cause KET	22	0.05942	0.9425
KET does not Granger Cause GDP		5.88598	0.0114
GDP does not Granger Cause KEF	22	2.80098	0.0888
KEF does not Granger Cause GDP		5.19733	0.0173

5. Filipina

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 12/17/23 Time: 20:01

Sample: 1 24

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
KEF does not Granger Cause KET	22	5.23483	0.0169
KET does not Granger Cause KEF		1.62032	0.2269
GDP does not Granger Cause KET	22	0.55804	0.5825
KET does not Granger Cause GDP		1.63801	0.2236
GDP does not Granger Cause KEF	22	1.02417	0.3802
KEF does not Granger Cause GDP		1.12291	0.3483