

STUDY OF CYCLICITY AND SYNTHESIS OF ENERGY PRODUCTION TO ECONOMIC GROWTH IN EAST JAVA PROVINCE

Eva Violeta*¹

Shenia Endika²

^{1,2} Ilmu Ekonomi dan Studi Pembangunan, Universitas Jember, Jember, Indonesia

ABSTRACT

Energy use is considered as one of the supporting factors in increasing a country's economic growth. Sensitive issues in recent periods have involved the issue of energy supply, which has also become one of the main concerns for the economy of a region, such as East Java Province. In recent years, electricity production and distribution shrink in East Java has increased. The problem is believed to be able to affect the economic growth of East Java Province. Based on the built background, this research tries to see the relationship in the short-term and long-term between energy production and economic growth. To answer this question, 3 main analytical methods were used, namely Quantitative Descriptive Analysis, ARDL Bound testing, and Dynamic Ordinary Least Squares (DOLS). This study is also supported by the Granger Causality test to determine the causal relationship between the variables used. The main research results show that there is a significant relationship between energy production and economic growth. These results indicate that an expansion in energy production is expected to lead to higher growth and a shortage in energy production could hinder the process of economic growth.

Keywords: Energy Production, Economic Growth, ARDL Bound Testing, DOLS

*Korespondensi:
Eva Violeta

E-mail: violeta_eva@yahoo.
co.id

ABSTRAK

Penggunaan energi dinilai sebagai salah satu faktor pendukung dalam peningkatan pertumbuhan ekonomi suatu negara. Isu sensitif dalam beberapa periode terakhir melibatkan permasalahan pasokan energi di mana hal tersebut juga menjadi salah satu perhatian utama bagi perekonomian suatu daerah, seperti Provinsi Jawa Timur. Dalam beberapa tahun terakhir, produksi listrik dan susut distribusi di Jawa Timur mengalami peningkatan. Persoalan tersebut diyakini dapat memengaruhi pertumbuhan ekonomi Provinsi Jawa Timur. Berdasarkan latar belakang yang dibangun, penelitian ini mencoba melihat hubungan keterpengaruhannya baik jangka pendek maupun jangka panjang antara produksi energi dengan pertumbuhan ekonomi. Untuk menjawab pertanyaan tersebut, maka digunakan 3 metode analisis utama yaitu analisis deskriptif kuantitatif, ARDL Bound testing, dan Dynamic Ordinary Least Squares (DOLS). Penelitian ini juga didukung dengan uji Granger Causality untuk mengetahui hubungan kausalitas diantara variabel-variabel yang digunakan. Hasil penelitian utama menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara produksi energi dan pertumbuhan ekonomi. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa adanya ekspansi produksi energi diperkirakan akan mengarah pada pertumbuhan yang lebih tinggi dan kekurangan pada produksi energi dapat menghambat proses pertumbuhan ekonomi.

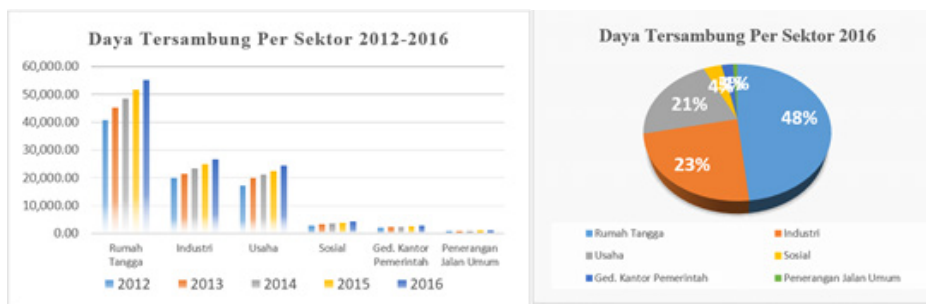
Kata kunci: Produksi Energi, Pertumbuhan Ekonomi, ARDL Bound testing, DOLS

JEL: E23; O13; O10

Pendahuluan

Energi dianggap sebagai salah satu faktor utama dalam proses produksi selain modal, tenaga kerja dan teknologi (Nadeem dan Munir, 2016). Dengan demikian, energi memiliki peran besar untuk memengaruhi perekonomian masyarakat terutama bagi industri-industri yang berkembang yang pada akhirnya akan memengaruhi pertumbuhan ekonomi suatu negara. Penggunaan energi yang efisien pada dasarnya dapat menyebabkan pertumbuhan ekonomi yang lebih tinggi dan pengurangannya dapat menurunkan pertumbuhan ekonomi negara (Nadeem dan Munir, 2016). Ekspansi energi diperkirakan akan mengarah pada pertumbuhan yang lebih tinggi dan kekurangannya dapat menghambat proses pertumbuhan (Siddiqui, 2004).

Permintaan energi meningkat pesat di dunia global, termasuk di Indonesia. Salah satu energi yang paling dominan digunakan adalah energi listrik. Peningkatan konsumsi energi listrik tersebut dinilai menjadi salah satu pendorong pertumbuhan ekonomi (Basyiran, 2014). Berdasarkan data yang dihimpun dari Statistik Ketenagalistrikan 2016, dapat dilihat bahwa daya tersambung terus mengalami peningkatan di masing-masing sektor selama periode 2012-2016.



Sumber: Kementerian ESDM (2017)

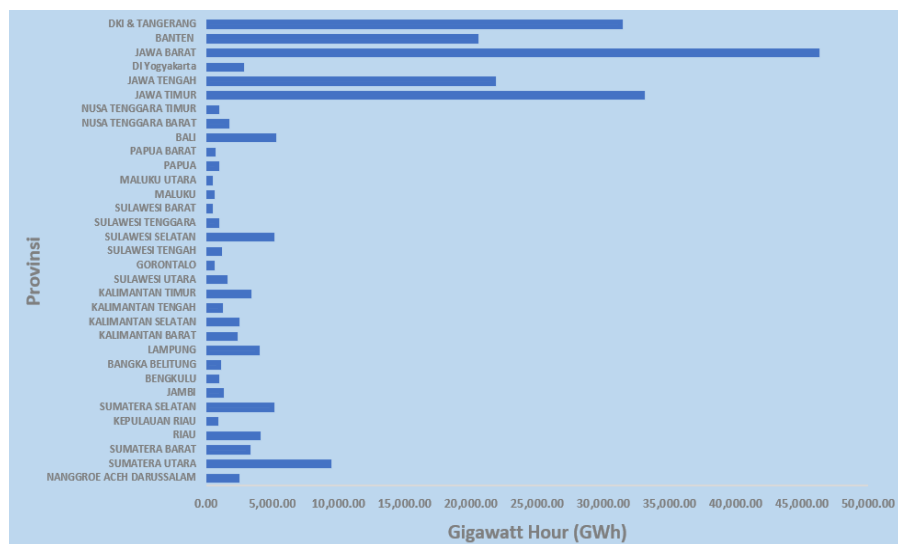
Gambar 1: Daya Tersambung Per Sektor

Berdasarkan data yang diperoleh dari Kementerian ESDM (Kementerian ESDM, 2017), diketahui bahwa sekitar 43% energi listrik telah digunakan untuk mendukung produksi baik di sektor industri maupun sektor usaha. Sekitar 48% digunakan di sektor rumah tangga, sementara sisanya digunakan untuk kegiatan sosial, gedung pemerintah dan penerangan jalan umum (lihat Gambar 1). Peningkatan tersebut dinilai akan terus terjadi mengingat semakin banyaknya industri-industri yang dibangun, yang juga membutuhkan konsumsi energi berupa listrik.

Peningkatan pesat pada permintaan energi dari tahun ke tahun, telah mengakibatkan penurunan pasokan energi. Penyebab utama lainnya juga berasal dari tingkat susut distribusi yang juga memberikan dampak besar terhadap penyaluran energi. Susut pada jaringan distribusi diartikan sebagai hilangnya kilowatt (kwh) energi yang tidak dapat dimanfaatkan (Rohmah dan Ervianto, 2017). Peningkatan pada susut distribusi mengakibatkan pemborosan energi serta menurunkan efisiensi penggunaan energi tersebut.

Peningkatan pada konsumsi energi listrik harus menjadi perhatian utama, mengingat bahwa bahan bakar yang digunakan di Indonesia masih bersifat tidak berkelanjutan dan akan habis, contohnya adalah bahan bakar fosil dan batu bara. Peningkatan tersebut pada akhirnya dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan eksternalitas (Basyiran, 2014). Fakta lainnya adalah, sebagian besar negara masih menghadapi kekurangan energi dan akibatnya sangat mempengaruhi pertumbuhan ekonomi. Sehingga dilakukan pencarian sumber energi alternatif dan terbarukan telah menjadi kebutuhan utama. Namun, fakta menunjukkan bahwa sebagian besar sumber energi yang digunakan di Indonesia masih tergolong energi tak terbarukan (Adzikri dkk., 2017). Energi tak terbarukan (*nonrenewable energy*) pada dasarnya memiliki sifat yang dapat habis jika digunakan secara terus menerus, berbanding terbalik dengan energi terbarukan yang bersifat berkelanjutan.

Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu kawasan dengan tingkat penggunaan energi listrik terbanyak kedua dari seluruh provinsi yang ada di Indonesia. Hal tersebut ditunjukkan oleh Gambar 2.



Sumber: Kementerian ESDM (2017)

Gambar 2: Penjualan Tenaga Listrik Per Wilayah Tahun 2016

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa penjualan tenaga listrik di Jawa Timur mencapai 32.926,84 GWh lebih rendah dibandingkan Jawa Barat yang mencapai 46.143,23 GWh. Sementara wilayah di luar Jawa masih di bawah 10.000 GWh. Pada saat yang sama, Indonesia masih dihadapkan dengan persoalan untuk mencapai target pembangunan berkelanjutan di bidang energi. Berdasarkan data dari Dewan Energi Nasional (2014) ketergantungan terhadap energi yang berbahan bakar fosil terutama minyak bumi masih tinggi yaitu sebesar 96% (minyak bumi 48%, gas 18% dan batubara 30%) dari total konsumsi dan upaya untuk memaksimalkan pemanfaatan energi terbarukan belum dapat berjalan sebagaimana yang direncanakan. Permintaan konsumsi energi yang tinggi namun tidak diimbangi dengan ketersediaan energi terbarukan hanya akan menimbulkan kerusakan lingkungan. Sehingga meskipun energi

memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi, namun dampaknya juga dapat menurunkan.

Dalam literatur, teori pertumbuhan ekonomi makro klasik terutama berfokus pada tenaga kerja, modal dan tidak mempertimbangkan peran sumber daya energi yang memiliki peran penting bagi pertumbuhan dan produksi ekonomi (Chaudhry dkk., 2012; Stern dan Cleveland, 2004). Namun banyak literatur empiris yang mengungkapkan bahwa energi dan pertumbuhan ekonomi memiliki keterkaitan erat. Permintaan energi dinilai memiliki korelasi yang kuat dengan aktivitas ekonomi (Dewan Energi Nasional, 2016). Karena energi telah menjadi fungsi utama bagi pertumbuhan ekonomi negara, energi dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas suatu wilayah. Industrialisasi yang luas, urbanisasi dan meningkatnya ukuran populasi telah meningkatkan penggunaan lebih banyak energi, terutama di negara-negara berkembang. Hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi telah banyak diteliti dalam dekade terakhir dan mendapat perhatian utama. Namun demikian, tidak ada konsensus tentang hubungan dan arah kausalitas antara penggunaan energi dan pembangunan ekonomi (Chaudhry dkk., 2012; Siddiqui, 2004).

Berdasarkan latar belakang yang dibangun, penelitian ini memfokuskan pada energi listrik dengan tujuan untuk mengulas secara mendalam terkait pemanfaatan energi listrik di Indonesia, terutama di Jawa Timur. Selain itu, penelitian ini juga digunakan untuk mengetahui kontribusi pemanfaatan energi listrik terhadap pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur selama periode 1985-2017.

Telaah Literatur

Konsep Energi di Indonesia

Undang-Undang No. 30 Tahun 2007 tentang Energi mendefinisikan energi sebagai kemampuan untuk melakukan kerja yang dapat berupa panas, cahaya, mekanika, kimia, dan elektromagnetika. Berdasarkan undang-undang tersebut, energi diklasifikasikan menjadi 2 (dua) kategori yaitu energi terbarukan (*renewable energy*) dan energi tak terbarukan. Energi terbarukan bersumber dari energi yang dihasilkan oleh sumber daya energi yang berkelanjutan jika dikelola dengan baik, antara lain panas bumi, angin, bioenergi, sinar matahari, aliran dan terjunan air, serta gerakan dan perbedaan suhu lapisan laut. Sementara energi tak terbarukan bersumber dari energi yang dihasilkan oleh sumber daya energi yang akan habis jika dieksploitasi secara terus-menerus, antara lain, minyak bumi, gas bumi, batu bara, gambut, dan serpih bitumen.

Secara umum, undang-undang dan peraturan terkait energi dijelaskan secara singkat pada Tabel 1.

Tabel 1: Undang-undang dan Peraturan Terkait Energi di Indonesia

No	Undang-Undang / Peraturan	Tentang
1	UU. No. 30/2007	Energi
2	UU. No. 30/2009	Ketenagalistrikan.
3	UU. No. 21/2014	Panas Bumi
4	PP. RI No. 70/2009	Konservasi Energi
5	Peraturan Presiden No. 4 Tahun 2016	Percepatan Pembangunan Infrastruktur Ketenagalistrikan
6	Peraturan Menteri ESDM No. 19 Tahun 2016	Pembelian Tenaga Listrik dari PLTS <i>Fotovoltaik</i> oleh PT. PLN (Persero)
7	Peraturan Menteri ESDM No. 19 Tahun 2015	Pembelian Tenaga Listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Air dengan Kapasitas sampai dengan 10 MW oleh PT. Perusahaan Listrik Negara
8	Peraturan Menteri ESDM No. 44 Tahun 2015	Pembelian Tenaga Listrik oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero) dari Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota.
9	Peraturan Menteri ESDM No. 21 Tahun 2016	Pembelian Tenaga Listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa dan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas oleh PT. Perusahaan Listrik Negara.
10	Peraturan Menteri ESDM No. 17 Tahun 2014	Pembelian Tenaga Listrik dari PLTP dan Uap Panas Bumi untuk PLTP oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero).
11	Peraturan Menteri ESDM No. 10 Tahun 2017	Peraturan Jual Beli Tenaga Listrik
12	Peraturan Menteri ESDM No. 12 Tahun 2017	Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik.

Pertumbuhan Ekonomi

Mankiw (2009) mengemukakan bahwa indikator yang digunakan untuk mengukur pertumbuhan ekonomi adalah tingkat Produk Domestik Bruto (PDB). PDB merupakan jumlah nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh aktivitas produksi di dalam perekonomian, hal ini berarti peningkatan PDB juga mencerminkan peningkatan balas jasa kepada faktor-faktor produksi yang digunakan dalam aktivitas produksi tersebut. Sementara ditingkat regional, tingkat pertumbuhan ekonomi diukur dengan menggunakan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Bank Indonesia menjelaskan PDRB sebagai salah satu indikator ekonomi untuk mengetahui kondisi ekonomi di suatu daerah dalam periode tertentu, baik atas dasar harga berlaku maupun atas dasar harga konstan. PDRB atas dasar harga berlaku menggambarkan nilai tambah barang dan jasa yang dihitung menggunakan harga pada tahun berjalan, sementara PDRB atas dasar harga konstan menunjukkan nilai tambah barang dan jasa tersebut yang dihitung menggunakan harga yang berlaku pada satu tahun tertentu sebagai tahun dasar. PDRB menurut harga berlaku digunakan untuk mengetahui kemampuan sumber daya ekonomi, pergeseran, dan struktur ekonomi suatu daerah. PDRB menurut harga konstan digunakan untuk mengetahui pertumbuhan ekonomi secara riil atau pertumbuhan ekonomi yang tidak dipengaruhi oleh faktor harga.

Metode Penelitian

Analisis Deskriptif Naratif

Analisis deskriptif naratif merupakan uji yang bertujuan untuk mengetahui gambaran umum suatu data. Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif berdasarkan data-data kuantitatif yang dihimpun dan diolah kemudian dideskripsikan secara mendalam. Adapun tujuan tersebut adalah untuk mengetahui permasalahan umum terkait energi di Jawa Timur, penelitian ini juga mencoba mendeskripsikan potensi-potensi dari energi terbarukan yang dapat dikembangkan di Jawa Timur.

ARDL Bound Testing

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Autoregressive Distributed Lag (ARDL) bounds testing approach* yang diusulkan oleh Pesaran dan Shin (1999); Pesaran dkk. (2001). Penggunaan model ARDL dalam penelitian ini karena kelebihanannya yang mampu memasukkan banyak variabel, menggabungkan elemen waktu (*lag*) dalam analisis fenomena ekonomi dalam jangka panjang dan jangka pendek, serta mampu menilai konsistensi model empiris dan teori ekonomi (Wirasti dan Widodo, 2017). Selain itu, keuntungan utama dalam metode ARDL adalah identifikasi vektor kointegrasi (Nkoro dan Uko, 2016). Metode ARDL dinilai efektif dalam mengetahui hubungan jangka pendek dan jangka panjang antar variabel yang tidak memiliki urutan integrasi yang sama di mana variabel tersebut stasioner pada tingkat level $I(0)$, *first difference* $I(1)$ atau pada $I(0)$ dan $I(1)$ secara bersamaan (Tursoy dan Faisal, 2018). Pendekatan ARDL juga dapat menghapus masalah yang terkait dengan variabel yang dihilangkan (*omitted variable*) dan autokorelasi. Pendekatan ini juga dapat digunakan untuk aplikasi ukuran sampel yang kecil (Nkoro dan Uko, 2016; Ifa dan Guetat, 2018).

Estimasi model jangka panjang dalam model ARDL dijelaskan sebagai berikut (Nkoro dan Uko, 2016):

$$Y_t = \delta_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} X_{t-1} + \sum_{i=0}^m \alpha_{2i} X_{t-1} + \sum_{i=0}^m \alpha_{3i} X_{t-1} + v_t \quad (1)$$

Untuk mengestimasi model jangka panjang dalam penelitian ini, maka persamaan 1 diturunkan menjadi sebagai berikut:

$$PDRB_t = \alpha_0 + \sum_{i=0}^m \alpha_{1i} EN_{t-1} + e_t \quad (2)$$

Sementara estimasi model jangka pendek dalam ARDL dijelaskan dalam persamaan berikut (Frimpong dan Oteng-Abayie, 2006; Nkoro & Uko, 2016):

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \sum_{i=0}^m \alpha_{1i} EN_{t-1} + e_t \quad (3)$$

yang akan diturunkan menjadi

$$\Delta PDRB_t = \beta_0 + \sum_{i=0}^m \beta_{1i} \Delta EN_{t-1} + ECT_{t-1} + \epsilon_t \quad (4)$$

di mana *subscribe t* mengindikasikan data *time series*, Δ merupakan operator *first difference*, simbol *i* menunjukkan periode waktu, *m* merupakan *optimum lag*, e_t residu model jangka panjang dan u_t merupakan residu model jangka pendek dan ECT (*error correction term*) atau residual pada lag pertama dari model jangka panjang. Simbol α_{1i} , α_{3i} , α_{3i} merupakan koefisien jangka panjang dari EN pada model. Sedangkan β_{1i} , merupakan koefisien jangka pendek dari EN pada model. Simbol α_0 , β_0 menunjukkan konstanta. $\Delta PDRB_{t-i}$ merepresentasikan perubahan pada variabel PDRB pada t-i, dan ΔEN_{t-1} merepresentasikan perubahan pada variabel EN pada t-i.

Dynamic Ordinary Least Square

Mengikuti formulasi model regresi linier pada metode OLS untuk model dinamis DOLS dari [Stock dan Watson \(1993\)](#) adalah sebagai berikut:

$$Y_t = \beta_0 + \beta X + \sum_{j=-p}^p d_j \Delta X_{t-j} + u_t \tag{5}$$

dimana,

- Y_t = variabel dependen
- X = variabel independen
- B = vektor kointegrasi
- p* = lag length
- q* = lead length

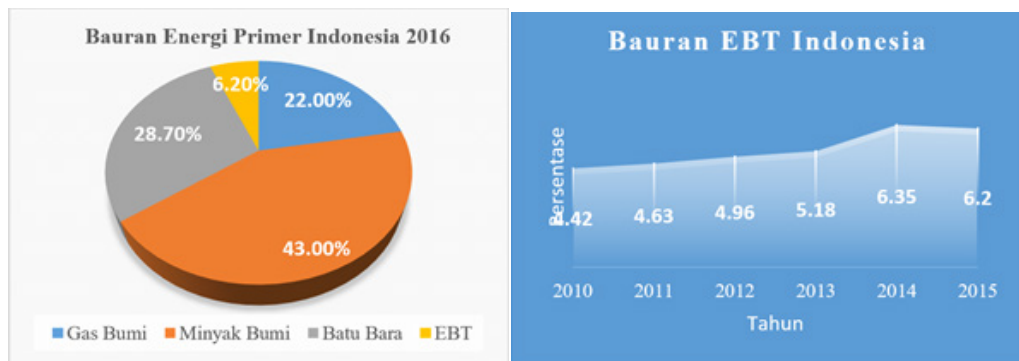
Istilah *lag* dan *lead* yang termasuk dalam regresi DOLS memiliki tujuan membuat istilah error stochastiknya independen dari semua perubahan masa lalu dalam regresi.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Analisis Deskriptif Kuantitatif

Konfigurasi Energi di Indonesia dan Jawa Timur

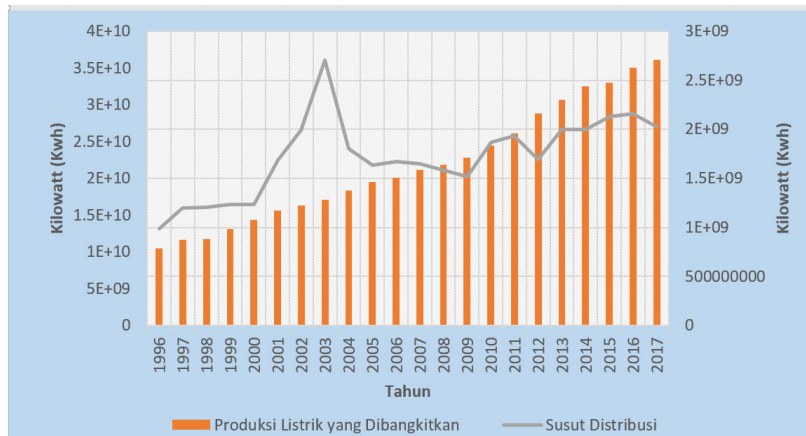
Secara umum, energi di Indonesia berasal dari bauran energi yang dibentuk dari sumber energi tak terbarukan. Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.



Sumber: [Kementerian ESDM \(2016\)](#)

Gambar 3: Bauran Energi Primer dan Energi Terbarukan di Indonesia

Gambar 3 menunjukkan bauran energi primer dan energi terbarukan di Indonesia. Berdasarkan data yang diperoleh dari Kementerian ESDM (Kementerian ESDM, 2016), 93% sumber energi yang digunakan di Indonesia adalah berasal dari sumber energi tak terbarukan, sementara sebesar 6,2% berasal dari sumber energi terbarukan. Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa 43% berasal dari minyak bumi, 28,70% dihasilkan dari batu bara dan 22% dihasilkan dari gas bumi.



Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur (2019), diolah

Gambar 4: Produksi Listrik yang Dibangkitkan dan Susut Distribusi Provinsi Jawa Timur 1996-2017

Kebutuhan energi terus mengalami peningkatan di Jawa Timur. Hal tersebut dapat dilihat berdasarkan total produksi listrik yang dibangkitkan. Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa produksi energi listrik terus meningkat dari tahun ke tahun. Pada saat yang sama, susut distribusi juga mengalami fluktuasi, dimana susut tertinggi terjadi pada tahun 2003 yang mencapai 2.702.151.181 KWH. Berdasarkan data yang dihimpun oleh Badan Pusat Statistik (2017), banyaknya pelanggan listrik berasal dari sektor Rumah Tangga yaitu mencapai 9.994.368 dari 10.992.843 total keseluruhan pelanggan, Untuk kelompok pelanggan rumah tangga, daya terpasang yang digunakan mencapai 8.264.894 KVA. Dan daya terpasang oleh kelompok industri mencapai 5.782.916 KVA, usaha dan hotel 3.065.808 KVA, sosial 788.695 KVA.

Potensi Energi Terbarukan di Jawa Timur

Tingginya tingkat pemanfaatan energi di Jawa Timur tanpa diimbangi dengan pemanfaatan energi terbarukan, maka tujuan pembangunan berkelanjutan tidak mampu tercapai. Untuk itu diperlukan pemanfaatan energi terbarukan untuk mendukung tujuan tersebut. Tabel 2 merupakan potensi beberapa energi terbarukan di masing-masing Provinsi di Indonesia. Potensi tertinggi untuk energi panas bumi terletak di provinsi Jawa Barat. Potensi energi tenaga air berasal dari Papua dengan total 22.371 MW, disusul dengan potensi bioenergi sebesar 4195,1 MW. Potensi sumber energi lainnya adalah berasal dari tenaga surya, di mana potensi terbesar terletak di Sumatera Selatan yang mencapai 17233 MW. Potensi sumber energi lainnya adalah energi laut, yang mana potensi terbesar berasal dari Nusa Tenggara Barat sebesar 138308 MW.

Tabel 2: Potensi Energi Terbarukan Per Provinsi di Indonesia (dalam MW)

Provinsi	Panas Bumi		Tenaga Air	Bioenergi	Tenaga Surya	Energi Laut
	Sumber Daya	Cadangan				
Aceh	980	332	5062	1174,3	7881	
Sumatera Utara	434	2316	3808	2911,6	11851	
Sumatera Barat	801	1035	3607	957,8	5898	
Riau	41	-		4195,1	753	
Kepulauan Riau	-	-		15,9	7763	96432
Sumatera Selatan	918	964	3102	2132,6	17233	
Jambi	422	621		1839,9	8847	
Bengkulu	580	780		644,8	3475	
Lampung	1243	1339		1492,1	2238	
Bangka Belitung	106	-		223,1	2,81	
Kalimantan Barat	65	-	4737	1308,2	20113	
Kalimantan Selatan	50	-	16844	1289,9	6031	
Kalimantan Tengah	50	-		1498,9	8459	
Kalimantan Timur	50	-		964,3	13479	
Sulawesi Selatan	292	163	6340	959,4	7588	
Sulawesi Utara	128	768		164,0	2113	
Sulawesi Tengah	385	368	3967	326,9	6187	
Sulawesi Tenggara	225	98		150,5	3917	
Gorontalo	140	110		130,6	1218	
Sulawesi Barat	369	162		957,8	1677	
Maluku	454	220	430	32,6	2020	
Maluku Utara	580	580		34,5	3036	
Papua	-	-	22371	96,5	2035	
Papua Barat	75	-		54,9	6307	6261
Bali	92	262	624	191,6	1254	5119
Nusa Tenggara Barat	6	162		394,1	9931	138308
Nusa Tenggara Timur	629	763		240,5	7272	5335
Jawa Timur	362	1012	525	3420,9	10335	
Jawa Tengah	517	1344	813	2232,5	8753	
Di Yogyakarta	-	10		224,2	996	
Jawa Barat	2159	3765	2861	2554,1	9099	36367
Banten	261	365		465,1	2461	
Dki & Tangerang	-	-		126,6	225	

Sumber: Kementerian ESDM (2016), diolah

Potensi energi terbarukan di Jawa Timur juga tergolong tinggi di mana 362 MW dan 1012 MW berasal dari panas bumi, 525 MW berasal dari tenaga air, 3420,9 MW dari bioenergi, 10335 MW dari tenaga surya. Potensi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya energi terbarukan. Apabila potensi tersebut dimanfaatkan dengan baik, maka pembangunan berkelanjutan dapat tercapai.

Hasil Analisis ARDL Bound Testing

Uji Statistik Penting

Syarat utama dalam menggunakan data *time series* adalah data harus stasioner atau tidak mengandung akar unit (*unit root*). Untuk mengetahui kestasioneran suatu data masing-masing variabel, maka dilakukan uji akar-akar unit. Dalam penelitian ini, uji stasioneritas data menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) dan uji *Phillips-Perron*. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai probabilitas ADF dan Phillips-Perron dengan α (alpha) 1%, 5%, dan 10%.

Pengujian stasioneritas data juga dilakukan dengan menggunakan uji *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin* (KPSS). Pengujian KPSS dilakukan dengan membandingkan hasil *KPSS test statistic* dengan *asymptotic critical value*. Apabila *KPSS test statistic* lebih besar dari *asymptotic critical value*, maka dikatakan hipotesis nol ditolak di mana tidak terdapat stasioneritas pada variabel tersebut. Sebaliknya apabila *KPSS test statistic* lebih kecil dari *asymptotic critical value*, maka dikatakan hipotesis nol diterima di mana terdapat stasioneritas pada variabel tersebut (Syczewska, 2010; Insukindro, 2018).

Tabel 3: Hasil Uji Stasioneritas

Variabel	<i>Augmented Dickey-Fuller test</i>		<i>Phillips-Perron test</i>		<i>Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin tests</i>	
	Tingkat	<i>t-statistic ADF</i>	Tingkat	<i>t-statistic PP</i>	Tingkat	<i>KPSS test statistic</i>
EN	Level	3.181746 (0.0008)	Level	-1.267904 (0.8779)	Level	0.184306
	<i>1st difference</i>	-4.642446 (0.0008)	<i>1st difference</i>	-6.248468 (0,0001)	<i>1st difference</i>	0.139124
	<i>2nd difference</i>	-10.55275 (0,0000)	<i>2nd difference</i>	-26.43678 (0,0001)	<i>2nd difference</i>	0.197590
PDRB	Level	0.197590 (1.0000)	Level	1.672123 (1.0000)	Level	0.199407
	<i>1st difference</i>	-5.128166 (0,0013)	<i>1st difference</i>	-5.123100 (0,0013)	<i>1st difference</i>	0.160662
	<i>2nd difference</i>	-9.682144 (0,0000)	<i>2nd difference</i>	-31.32393 (0,0000)	<i>2nd difference</i>	0.402006

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa hasil uji ADF, PP dan KPSS relatif konsisten dalam menentukan stasioneritas pada masing-masing variabel yang digunakan dalam penelitian di negara Indonesia. Hasil uji stasioneritas data menunjukkan bahwa variabel Energi dan PDRB telah stasioner pada tingkat *first difference*.

Uji Kausalitas Granger

Uji kausalitas Granger menunjukkan apakah satu variabel memiliki hubungan searah (*bi-directional*) atau memiliki hubungan saling memengaruhi (*unilateral*) dengan variabel lainnya dalam model (Algieri, 2013). Penarikan kesimpulan terhadap hasil uji kausalitas Granger dilakukan dengan membandingkan nilai probabilitas *F-statistic* dengan tingkat signifikansi 5%.

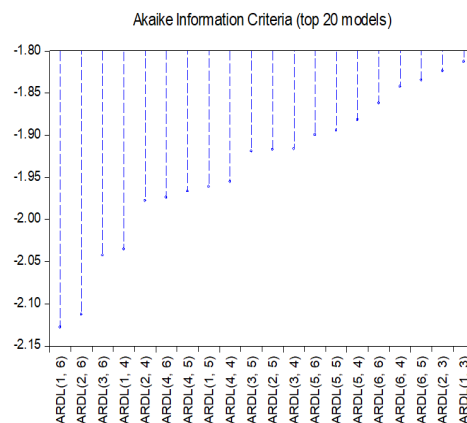
Tabel 4: Uji Kausalitas Granger

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
DLOGPDRB does not Granger Cause DLOGEN	18	1.91875	0.1861
DLOGEN does not Granger Cause DLOGPDRB		0.44230	0.6519

Berdasarkan hasil Uji Kausalitas Granger pada Tabel 4 diketahui bahwa tidak terdapat hubungan kausalitas antara variabel energi dengan variabel pertumbuhan ekonomi Jawa Timur. Hal tersebut ditunjukkan berdasarkan nilai probabilitas F-statistik sebesar 0.1861 dan 0.6519 di mana nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan tingkat kepercayaan 5%.

Uji Lag Optimum

Tahap selanjutnya dalam metode ARDL adalah dengan menentukan lag maksimum dan lag optimum. Uji lag optimum digunakan untuk mengetahui panjang lag terbaik dalam merumuskan model ARDL dan untuk mengetahui seberapa lama pengaruh suatu variabel dalam memengaruhi variabel lainnya dalam model. Dalam penelitian ini, uji lag optimum dilakukan dengan menggunakan *Akaike Information Criterion (AIC)* dan *Schwarz Bayesian Criterion (SC)*. Penentuan lag optimum dilakukan dengan melihat nilai terkecil dari SC. Sementara lag maksimum dalam penelitian ini adalah 4 mengikuti [Wirasti dan Widodo \(2017\)](#). Pada model ini uji lag optimum dilakukan dengan menggunakan *Schwarz Bayesian Criterion (SC)*. Model terbaik ditentukan berdasarkan nilai PACF, yang ditunjukkan Gambar 5. Oleh karena penelitian ini menggunakan *Akaike Information Criteria*, maka model terbaik dipilih berdasarkan grafik PACF terendah.



Gambar 5: Uji Lag Optimum

Gambar 5 memaparkan hasil uji *lag optimum*. Berdasarkan Gambar 5 diketahui bahwa lag terbaik terjadi pada 1,6. Dengan demikian model terbaik adalah ARDL (1,6) di mana variabel PDRB berada pada lag 1, dan energi pada lag 6. Oleh karena itu, estimasi akan dilakukan dengan menggunakan model ARDL (1,6).

Uji Kointegrasi (Bound Test)

Pengujian ada tidaknya kointegrasi atau hubungan jangka panjang dilakukan dengan membandingkan nilai kritis yang disusun oleh Pesaran dan Pesaran (1997) dengan nilai F-statistik pada hasil pengujian *bound test*. Nilai batas kritis (*critical value limit*) asimtotik digunakan untuk menguji kointegrasi saat variabel independen terintegrasi pada $I(d)$ di mana ($0 \leq d \leq 1$). Nilai terendah (*lower bound*) mengasumsikan variabel independen terintegrasi pada $I(0)$ sedangkan nilai tertinggi (*upper bound*) mengasumsikan variabel independen terintegrasi pada $I(1)$. Apabila nilai *F-statistic* berada dibawah *lower bound*, maka dikatakan tidak terjadi kointegrasi dan apabila nilai *F-statistic* berada diatas nilai *upper bound*, maka dapat disimpulkan terjadi kointegrasi. Namun apabila *F-statistic* berada di antara nilai *lower bound* dan *upper bound*, maka hasil uji kointegrasi adalah tidak dapat disimpulkan (Musa dkk., 2021). Hasil uji kointegrasi menggunakan *bound testing* ditunjukkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5: Uji Kointegrasi Bound Test

F-statistik	Lower Bound	Upper Bound
6.696737	4,04	4.78
	4,94	5.73
	5,77	6.68***
	6,84	7.84****

*)signifikan pada 10%, **)signifikan pada 5%, ***)signifikan pada 2,5%, ****)signifikan pada 1%

Hasil uji kointegrasi dengan menggunakan *bound test* ditunjukkan pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa nilai F-statistic lebih besar dari *lower bound* dan *upper bound* pada tingkat kepercayaan 1% dan 2,5%. Secara umum, Tabel 5 memberikan bukti bahwa terdapat kointegrasi antarvariabel dalam model. Dengan demikian, terdapat keseimbangan jangka pendek menuju jangka panjang pada variabel-variabel dalam model.

Estimasi Model ARDL Jangka Panjang

Tabel 6 Hasil Estimasi Model ARDL Jangka Panjang

Variabel	Koefisien	Std, Error	t-Statistik	Probabilitas
LOGEN	2.150543	0.210685	10.207382	0.0000***
C	-37.227985	5.236355	-7.109523	0.0000

*)signifikan pada 10%, **)signifikan pada 5%, ***)signifikan pada 1%

Tabel 6 memaparkan hasil estimasi jangka panjang model ARDL jangka panjang. Hasil estimasi jangka panjang menunjukkan bahwa energi memiliki pengaruh positif signifikan terhadap tingkat pertumbuhan ekonomi Jawa Timur. Koefisien positif pada variabel energi menunjukkan bahwa apabila energi meningkat satu satuan maka PDRB akan mengalami peningkatan sebesar 2,1505%. Hal tersebut dibuktikan berdasarkan probabilitas t-statistik variabel investasi yang lebih rendah dari $\alpha=5\%$.

Estimasi Model ARDL Jangka Pendek

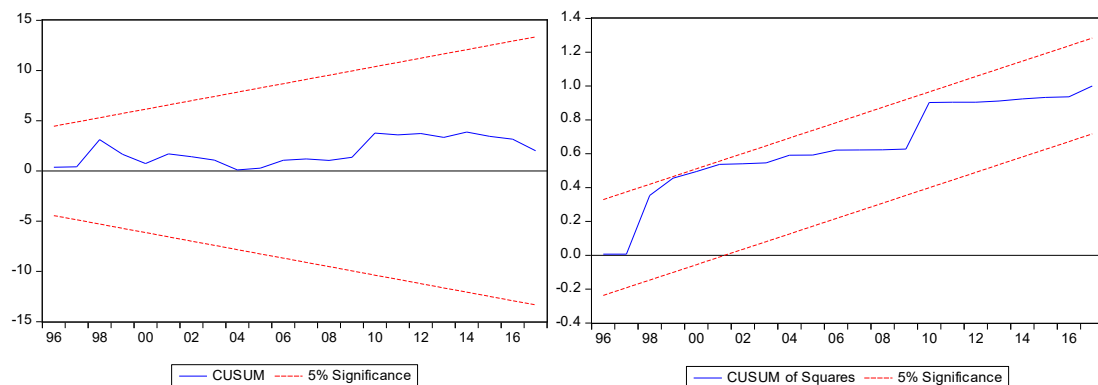
Tabel 7: Hasil Estimasi Model ARDL Jangka Pendek

Variabel	Koefisien	Std. Error	t-Statistik	Probabilitas
D(LOGEN)	0.824325	0.364932	2.258843	0.0365
D(LOGEN(-1))	2.205082	0.426438	5.170933	0.0001
D(LOGEN(-2))	-2.753533	0.424248	-6.490393	0.0000
D(LOGEN(-3))	0.965191	0.444125	2.173243	0.0434
D(LOGEN(-4))	0.598145	0.435813	1.372480	0.1868
D(LOGEN(-5))	-0.704098	0.318019	-2.214012	0.0400
ECT(-1)	-0.285655	0.078316	-3.647490	0.0018

ECT = LOGPDRB - (2.1505*LOGEN -37.2280)

Hasil estimasi jangka pendek menunjukkan bahwa PDRB dipengaruhi oleh variabel energi pada lag ke 1, 2 dan 3. Hal tersebut mengindikasikan bahwa perubahan energi pada lag 1, 2 maupun 3 tahun sebelumnya akan memengaruhi PDRB. ECT menunjukkan nilai koefisien yang negatif yakni sebesar -0.285655 sehingga dapat dikatakan terdapat perbedaan elastisitas variabel dependen jangka pendek maupun jangka panjang sebesar -0.285655%. ECT yang menunjukkan nilai koefisien -0.285655 menunjukkan model yang digunakan adalah valid dikarenakan nilai koefisien ECT tersebut adalah negatif.

Uji Stabilitas Model CUSUM dan CUSUMQ



Gambar 6: Uji Stabilitas Model CUSUM dan CUSUMQ

Pengujian stabilitas model dilakukan dengan menggunakan CUSUM dan CUSUMQ. Uji stabilitas model CUSUM dan CUSUMQ bertujuan untuk mendeteksi kepastian model yang bergerak stabil pada koefisien parameternya. Penelitian ini menggunakan uji CUSUM dengan *recursive residual*, sedangkan uji CUSUMQ menggunakan total *recursive residual* yang telah dikuadratkan (*Adjusted R²*). Pengujian stabilitas model dilihat berdasarkan garis CUSUM maupun CUSUMQ yang bergerak stabil dan tidak melewati garis batas signifikansi. Berdasarkan hasil uji stabilitas CUSUM dan CUSUMQ menunjukkan bahwa model yang digunakan adalah stabil.

Uji Asumsi Klasik

Tabel 8: Hasil Uji Asumsi Klasik

Uji Diagnosis	Test	Output hitung	Prob.	Kesimpulan
Autokorelasi	Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test	0.599922	0.5607	Tidak terdapat autokorelasi
Heteroskedastisitas	Breusch-Pagan-Godfrey	0.4972	0.8425	Tidak terjadi Heteroskedastisitas
Linieritas	Ramsey Reset Test	0.2676	0.6115	Linier
Normalitas	Jarque-Bera	3.1667	0.2052	Terdistribusi normal

Berdasarkan Tabel 8 diketahui bahwa keempat uji asumsi klasik telah memenuhi asumsi BLUE. Uji autokorelasi dilihat berdasarkan nilai probabilitas Chi-Square dan probabilitas F-statistik. Berdasarkan Tabel 8 diketahui bahwa probabilitas Chi-Square dan probabilitas F-statistik lebih besar dari 0,05 sehingga dapat dikatakan bahwa tidak terdapat autokorelasi; Uji Heteroskedastisitas: dilihat berdasarkan nilai Prob. Chi-Square Obs R-squared. Dari hasil regresi diperoleh probabilitas sebesar 0.8425. Oleh karena $0.8425 > 0,05$ maka H_0 diterima sehingga dapat dikatakan tidak terjadi heteroskedastisitas; Uji linieritas diperoleh dengan melihat probabilitas F statistik yang dalam regresi ini didapatkan nilai sebesar 0.6115. Oleh karena $0.6115 > 0,05$ maka dapat dikatakan model tersebut sudah linier; Uji normalitas dilihat dengan membandingkan nilai probabilitas *Jarque-Bera* dengan probabilitas $\alpha = 5\%$. Nilai probabilitas *Jarque-Bera* 0.2052 lebih besar dari $\alpha = 5\%$, sehingga dapat dikatakan bahwa model terdistribusi normal.

Hasil Analisis DOLS

Metode *Dynamic Ordinary Least Squares* (DOLS) adalah metode yang digunakan untuk mengetahui perilaku variabel dalam jangka pendek yang dipengaruhi oleh lag waktu sebelumnya. Metode tersebut menjelaskan bagaimana pengaruh dari variabel independen terhadap variabel dependen dalam jangka panjang.

Tabel 9: Hasil Estimasi DOLS

Variabel	Koefisien	Std, Error	t-Statistik	Probabilitas
DLOGEN	0.223746	0.028704	7.795037	0.0015
C	0.009772	0.003236	3.019662	0.0392
R-squared	0.875635	Mean dependent var		0.051723
Adjusted R-squared	0.626905	S.D. dependent var		0.022767
S.E. of regression	0.013906	Sum squared resid		0.000774
Long-run variance	5.43E-06			

Nilai koefisien dari hasil estimasi diatas memberikan gambaran seberapa besar hubungan jangka panjang variabel independen terhadap variabel dependen berdasarkan analisis

dynamic OLS. Berdasarkan tabel 4.8 menunjukkan hasil estimasi dari pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen dengan menggunakan *R-Squared* dari estimasi DOLS untuk membuktikan adanya pengaruh pada energi terhadap PDRB. Hasil estimasi tersebut menunjukkan nilai *R-squared* yaitu 0.875635, hal tersebut mengindikasikan bahwa variabel energi memengaruhi variabel PDRB sebesar 87,56%, dan 12,44% dipengaruhi oleh variabel lain di luar model. Berdasarkan estimasi menggunakan DOLS, diperoleh koefisien positif sebesar 0.223746. Hal tersebut mengindikasikan bahwa apabila energi meningkat satu satuan maka PDRB akan mengalami peningkatan sebesar 0,223746%.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *ARDL Bound testing* dan DOLS diperoleh bukti bahwa terdapat hubungan yang kuat antara pertumbuhan energi dengan pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur selama periode 1985-2017. Hasil tersebut membuktikan bahwa peningkatan pada pemanfaatan energi dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi Jawa Timur. Namun, berdasarkan analisis deskriptif ditemukan fakta bahwa energi yang digunakan masih bersifat energi yang tak terbarukan atau energi yang cepat habis. Ditemukannya korelasi positif tersebut tidak berarti manusia dapat menggunakan energi secara bebas.

Berdasarkan temuan tersebut, maka diperlukan pemanfaatan energi terbarukan. Di Provinsi Jawa Timur sendiri terdapat potensi sumber daya energi yang terbarukan baik yang bersumber dari tenaga surya, tenaga air, panas bumi, dan bioenergi. Penggalan potensi energi terbarukan dapat digunakan sebagai prioritas utama untuk mengantisipasi kekurangan energi yang tidak dapat diperbaharui. Konsep kembar (*twin concepts*) antara keberlanjutan dan energi terbarukan dapat diterapkan sebagai imperatif yang mendefinisikan kemanusiaan yang terletak pada *nexus* sains, teknologi, budaya, ekonomi, kebijakan, dan lingkungan (Mardani dkk., 2015).

Daftar Pustaka

- Adzikri, F., Notosudjono, D., & Suhendi, D. (2017). Strategi Pengembangan Energi Terbarukan di Indonesia. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*, 1(1), 1–13.
- Algieri, B. (2013). An Empirical Analysis of the Nexus between External Balance and Government Budget Balance: The Case of the GIIPS Countries. *Economic Systems*, 37(2), 233–253. <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2012.11.002>
- Badan Pusat Statistik. (2017). Listrik Yang Didistribusikan Kepada Pelanggan (GWh), 2018–2020. <https://www.bps.go.id/indicator/7/314/1/listrik-yang-didistribusikan-kepada-pelanggan.html>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. (2019). *Produksi Listrik yang Dibangkitkan, Penggunaan dan Susut dari Distribusi Listrik Per Tahun 1996 - 2017*. <https://jatim.bps.go.id/statictable/2017/10/16/658/produksi-listrik-yang-dibangkitkan-penggunaan-dan-susut-dari-distribusi-listrik-per-tahun-di-provinsi-jawa-timur-kwh-1996---2016.html>
- Basyiran, T. B. (2014). *Konsumsi Energi Listrik, Pertumbuhan Ekonomi dan Penduduk terha-*

- dap Emisi Gas Rumah Kaca Pembangkit Listrik di Indonesia*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22056.06401>
- Chaudhry, I. S., Safdar, N., & Farooq, F. (2012). Energy Consumption and Economic Growth: Empirical Evidence from Pakistan. *Pakistan Journal of Social Sciences (PJSS)*, 32(2), 371–382.
- Dewan Energi Nasional. (2014). *Outlook Energi Indonesia 2014*. Kementerian ESDM.
- Dewan Energi Nasional. (2016). *Outlook Energi Indonesia 2016*. Kementerian ESDM.
- Frimpong, J. M., & Oteng-Abayie, E. F. (2006). Bounds Testing Approach: An Examination of Foreign Direct Investment, Trade, and Growth Relationships. *MPRA Paper*, 352. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2006.2079.2085>
- Ifa, A., & Guetat, I. (2018). Does Public Expenditure on Education Promote Tunisian and Moroccan GDP per Capita? ARDL Approach. *The Journal of Finance and Data Science*, 4(4), 234–246. <https://doi.org/10.1016/j.jfds.2018.02.005>
- Insukindro. (2018). The Effect of Twin Shock on Fiscal Sustainability in Indonesia. *Economics and Sociology*, 11(1), 75–84. <https://doi.org/10.14254/2071-789X.2018/11-1/5>
- Kementerian ESDM. (2016). *Statistik EBTKE 2016*. Kementerian ESDM.
- Kementerian ESDM. (2017). *Statistik Ketenagalistrikan 2016*. Kementerian ESDM.
- Mankiw, N. G. (2009). *Macroeconomics* (7th ed.). Worth Publishers.
- Mardani, A., Jusoh, A., Zavadskas, E. K., Cavallaro, F., & Khalifah, Z. (2015). Sustainable and Renewable Energy: An Overview of the Application of Multiple Criteria Decision Making Techniques and Approaches. *Sustainability*, 7(10), 13947–13984. <https://doi.org/10.3390/su71013947>
- Musa, K. S., Chindo, S., & Maijama'a, R. (2021). Financial Market Development and Co2 Emissions Nexus in Nigeria: an Application of ARDL Approach. *Journal of Developing Economies*, 6(1), 92–113. <https://doi.org/10.20473/jde.v6i1.22448>
- Nadeem, S., & Munir, K. (2016). Energy Consumption and Economic Growth in Pakistan: A Sectoral Analysis. *MPRA Paper*, 74569.
- Nkoro, E., & Uko, A. K. (2016). Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Cointegration Technique: Application and Interpretation. *Journal of Statistical and Econometric Methods*, 5(4), 63–91.
- Pesaran, M. H., & Pesaran, B. (1997). *Working with Microfit 4.0: Interactive Econometric Analysis*. Oxford University Press.
- Pesaran, M. H., & Shin, Y. (1999). An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis. In *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century* (pp. 371–413). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/ccol521633230.011>
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289–326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Rohmah, A., & Ervianto, E. (2017). Manajemen Susut PT. PLN (Persero) Rayon Siak dengan

Menggunakan Metode Perhitungan Rumus Susut Jogja. *Jom FTEKNIK*, 4(2), 1–7.

Siddiqui, R. (2004). Energy and Economic Growth in Pakistan. *The Pakistan Development Review*, 43(2), 175–200. <https://doi.org/10.30541/v43i2pp.175-200>

Stern, D. I., & Cleveland, C. J. (2004). Energy and Economic Growth. *Working Papers in Economics*. <https://www.researchgate.net/publication/24125107>

Stock, J. H., & Watson, M. W. (1993). A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated Systems. *Econometrica*, 61(4), 783–820. <https://doi.org/10.2307/2223855>

Syczewska, E. M. (2010). Empirical power of the Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test. In *Department of Applied Econometrics Working Papers (Issue 3)*.

Tursoy, T., & Faisal, F. (2018). The Impact of Gold and Crude Oil Prices on Stock Market in Turkey: Empirical Evidences from ARDL Bounds Test and Combined Cointegration. *Resources Policy*, 55, 49–54. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.10.014>

Wirasti, A., & Widodo, T. (2017). Twin Deficit Hypothesis and Feldstein-Horioka Hypothesis: Case Study of Indonesia. *MPRA Paper*, 77442.