

## ANALISIS GRANGER CAUSALITY TEST KONSUMSI ENERGI DAN PERTUMBUHAN EKONOMI

Teja Rinanda, Subambang Harsono  
Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Graha Kirana

tejarinanda@graha-kirana.com, subambang@graha-kirana.com

### Abstract

*Energy consumption is an important factor for every country. On an aggregate scale, energy consumption plays its role in increasing a country's economic growth. Energy in Indonesia is still dominated by primary energy consisting of petroleum, natural gas, coal and renewable energy. Therefore, this research explains the causality between energy consumption and economic growth in Indonesia. The method used is Granger Causality with a Vector Autoregressive (VAR) regression model. The research uses time series data ranging from 1976-2018. The data used includes real GDP data as a proxy for economic growth, energy consumption, electrical energy consumption and non-electrical energy consumption, all of which are aggregate data. The study results show that the causal relationship formed between energy consumption and economic growth is independent in the short and long term. This is caused by several factors such as the country's income level, energy-related policies and the country's dependency on meeting its energy needs. Government policy regarding the level of energy consumption intensity in Indonesia can be improved through appropriate policies in the economic sector and energy sector considering the fact that saving 1 kWh of energy consumption is much cheaper than producing 1 kWh of energy so that in the future it can make energy production cheaper than saving energy.*

**Keywords:** *energy consumption, economic growth, Granger Causality test*

### Abstrak

Konsumsi energi adalah salah satu faktor penting bagi setiap negara. Pada skala agregat, konsumsi energi menjalankan perannya untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi suatu negara. Energi di Indonesia masih didominasi energi primer yang terdiri dari minyak bumi, gas bumi, batubara, dan energi terbarukan. Oleh karena itu, penelitian ini menjelaskan kausalitas antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Metode yang digunakan adalah *Granger Causality* dengan model regresi *Vector Autoregressive (VAR)*. Penelitian menggunakan data *time series* dengan rentang antara 1976-2018. Data yang digunakan meliputi data PDB riil sebagai *proxy* dari pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi, konsumsi energi kelistrikan, dan konsumsi energi non kelistrikan yang semuanya merupakan data agregat. Hasil studi menunjukkan bahwa

## Analisis Granger Causality Test Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi

Teja Rinanda, Subambang Harsono

Vol. 02 No. 02 Tahun 2023

hubungan kausalitas yang terbentuk antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi bersifat independen dalam jangka pendek dan jangka panjang. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti tingkat pendapatan negara, kebijakan terkait energi dan dependensi negara terhadap pemenuhan kebutuhan energinya. Kebijakan pemerintah dalam hal tingkat intensitas konsumsi energi Indonesia dapat diperbaiki melalui kebijakan yang tepat pada sektor ekonomi dan sektor energi mengingat kenyataan bahwa menghemat konsumsi energi 1 kWh jauh lebih murah dibandingkan dengan memproduksi energi 1 kWh sehingga di masa depan dapat menjadikan produksi energi lebih murah dibandingkan menghemat energi.

**Kata kunci:** konsumsi energi, pertumbuhan ekonomi, Granger Causality

### I. Pendahuluan

Konsumsi energi (EC) adalah salah satu faktor penting bagi setiap negara. Pada skala agregat, EC menjalankan perannya untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi suatu negara. Sedangkan dalam aktivitas sektoral, energi digunakan untuk meningkatkan produksi suatu industri, melancarkan proses distribusi, dan konsumsi. Pada masa ekspansi ekonomi, produktifitas dan salah satu faktor yang mendukung adalah meningkatnya permintaan permintaan energi (Dhungel, 2008).

Konsumsi energi di Indonesia meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan lingkungan ekonomi yang terus berkembang. Penggunaan listrik tercermin pada meningkatnya rasio elektrifikasi dari 67,2 persen menjadi 98.05 persen dari total pengguna listrik di Indonesia dalam kurun waktu delapan tahun (Tempo, 2018). Oleh karenanya, perubahan komposisi sumber konsumsi energi terus dilakukan setiap negara untuk menjaga keberlanjutan pemanfaatannya. Di tahun 2015, produksi listrik Indonesia masih didominasi oleh tiga sumber utama yaitu bahan bakar minyak (8.6%), gas bumi (24.9%), dan batubara (56.1%) (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2019). Ketiganya termasuk energi konvensional, sedangkan penggunaan energi baru terbarukan masih memiliki presentasi yang kecil.

Kebijakan percepatan pembangunan infrastruktur diproyeksikan akan meningkatkan mobilitas barang dan jasa yang tentunya membutuhkan energi. Sisi hubungan pertumbuhan ekonomi terhadap kebijakan sektor energi tercermin pada peraturan pemerintah tentang percepatan pembangunan infrastruktur ketenagalistrikan pada tahun 2016. Pertumbuhan ekonomi yang stabil di angka 5% selama satu

## Analisis Granger Causality Test Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi

Teja Rinanda, Subambang Harsono

Vol. 02 No. 02 Tahun 2023

dekade dan situasi ekonomi yang terkendali membuat pemerintah mulai mencanangkan berbagai kebijakan pembangunan infrastruktur, salah satunya infrastruktur ketenagalistrikan. Pembangunan infrastruktur juga menimbang sisi difersifikasi melalui pembagunan dengan sumber energi baru terbarukan. Pemerintah mendukung dengan pembuatan aturan serta penyediaan dana melalui Penyertaan Modal Negara (PMN), pinjaman dalam dan luar negeri, dan pendanaan lainnya (Detik, 2019).

Pengetahuan yang belum terlihat adalah bentuk hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Penelitian yang banyak dilakukan sebelumnya hanya melihat hubungan konsumsi energi listrik atau energi non listrik terhadap pertumbuhan ekonomi yang ada di Indonesia. Hubungan yang terbentuk dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu *unidirectional*, *bidirectional*, dan *independent causality* (Gurgul & Lach, 2012).

Hubungan pertama mengindikasikan bahwa konsumsi energi memengaruhi pertumbuhan ekonomi satu arah atau pertumbuhan ekonomi memengaruhi konsumsi energi satu arah. Hubungan kedua menunjukkan bahwa konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi saling memengaruhi secara timbal balik. Hubungan ketiga menunjukkan bahwa konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi tidak saling memengaruhi. Pengetahuan terhadap bentuk hubungan penting untuk menentukan kebijakan yang sesuai pada sektor energi maupun sektor ekonomi.

Penelitian ini akan mencari bagaimana hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Pengamatan pertama menggunakan data agregat dari konsumsi listrik dan pertumbuhan ekonomi. Pengamatan kedua menggunakan data sektoral energi yaitu kelistrikan dan non kelistrikan untuk melihat hubungan yang lebih khusus. Hal ini yang membedakan penelitian dengan penelitian sebelumnya seperti pada penelitian Jafari, et al., (2012). Pengamatan data yang bersifat deskriptif akan menyimpulkan pernyataan yang salah mengingat tren dari konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi terus meningkat setiap tahun. Bisa saja pengamatan deskriptif menghasilkan kesimpulan palsu.

Oleh karena itu, pertanyaan penelitian yang diajukan adalah “Bagaimana bentuk hubungan antara konsumsi energi agregat maupun sektoral terhadap pertumbuhan ekonomi?”. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan yang terbentuk antara konsumsi energi dengan pertumbuhan ekonomi dalam perspektif agregat maupun

sektoral (energi). Hasil penelitian dapat dijadikan referensi pengambil kebijakan untuk melakukan kebijakan di sektor energi dan sektor ekonomi.

## II. Metode

### Rancangan Model Penelitian

Penelitian ini mencoba untuk melihat bagaimanakah bentuk hubungan yang terjadi antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. Oleh karena itu, metode umum yang digunakan adalah metode *Vector Autoregressive* (VAR) seperti yang digunakan dalam penelitian Pinzón, (2018). VAR adalah metode awal yang digunakan apabila variabel stasioner pada level atau pada *difference* namun tidak menunjukkan kointegrasi. Sedangkan jika variabel tidak stasioner namun terkointegrasi maka metode yang digunakan adalah *Vector Error Correction Method* (VECM).

Tahapan-tahapannya adalah dengan melakukan uji kestasioneran data menggunakan *unit root test*, menjalankan VAR, dan melakukan pengujian *Granger Causality* untuk melihat bentuk hubungan yang tercipta antara konsumsi energi (EC) dan pertumbuhan ekonomi (GDP).

Model yang digunakan sesuai dengan metode yang dibangun oleh Pinzon (2017) dengan menambahkan dua variabel lain yang didapat dari penelitian berbeda. Kedua variabel tersebut adalah konsumsi energi di fungsi pertama dan konsumsi energi listrik di fungsi turunannya. Penelitian sebelumnya hanya berfokus pada variabel konsumsi energi saja atau variabel konsumsi energi listrik saja. Maka fungsi regresi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$\ln GDP_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln CONSE_t + \alpha t \dots\dots\dots (1)$$

$$\ln GDP_t = \beta_0 + \beta_1 \ln ELEC_t + \beta_2 \ln NONEL_t + \alpha t \dots\dots\dots (2)$$

di mana:

$\ln GDP$  : log dari PDB riil agregat sebagai *proxy* pertumbuhan ekonomi

$\ln CONSE$  : log dari konsumsi energi total

$\ln ELEC$  : log dari konsumsi energi dari listrik total

$\ln NONEL$  : log dari konsumsi energi dari non listrik total

$\alpha, \beta$  : koefisien

Data yang digunakan dalam model ekonometri terbagi menjadi tiga yaitu data *time series*, data *cross section*, dan data *panel* (Gujarati, 2016). Data *time series* merupakan data suatu variabel yang memiliki nilai pada rentang waktu berbeda. Pengukuran waktu dalam data *time*

## Analisis Granger Causality Test Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi

Teja Rinanda, Subambang Harsono

Vol. 02 No. 02 Tahun 2023

*series* dapat berupa hari, minggu, bulan, empat bulan (kuarter), dan tahun. Data *cross section* adalah dari beberapa variabel pada satu waktu yang sama. Sedangkan data *panel* merupakan gabungan dari data *time series* dan data *cross section*. Data penelitian ini menggunakan data *time series* yang tertuang dalam tabel 1.

Tabel 1 Ringkasan Data

Variabel	Deskripsi	Periode	Sumber	Satuan Jumlah
GDP	PDB riil total	1976-2018 (tahunan)	World Bank	IDR Rupiah
CONSE	Konsumsi energi total		BP Statistic	MBOE (millions barrel oil equivalent)
ELEC	Konsumsi listrik total			
NONEL	Konsumsi non listrik total			

Sumber: data diolah

Penelitian ini menggunakan empat variabel yaitu Produk Domestik Bruto riil total sebagai *proxy* dari pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi total, konsumsi energi listrik, dan konsumsi energi non listrik. Data penelitian merupakan data tahunan antara 1976-2018. Semua data dapat diperoleh melalui website lembaga atau organisasi yang bersangkutan. Data produk domestik bruto merupakan data yang diolah oleh World Bank dengan tahun dasar 2010 dan dapat diakses melalui situs <https://data.worldbank.org/country/ID>, sedangkan data energi dapat diakses melalui <https://www.bp.com>. Kesulitan atau masalah yang dihadapi dalam proses pengumpulan data adalah perbedaan satuan di setiap sumber energi sehingga data perlu diolah kembali dengan menyamakan satuan menjadi MBOE.

### Skema Penelitian

Penelitian ini akan melihat kausalitas antara konsumsi energi terhadap pertumbuhan ekonomi secara agregat dan kausalitas antara konsumsi energi sektoral terhadap pertumbuhan ekonomi. Konsumsi energi sektoral dibagi menjadi dua yaitu konsumsi energi kelistrikan dan konsumsi energi non kelistrikan. Pembagian ini berdasarkan penggunaan konsumsi energi akhir.

Pada gambar 1 dijelaskan bahwa energi kelistrikan mayoritas digunakan untuk kebutuhan konsumtif seperti rumah tangga dan komersial sedangkan energi non kelistrikan digunakan untuk kebutuhan produktif seperti industri dan transportasi. Jika pada level

## Analisis Granger Causality Test Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi

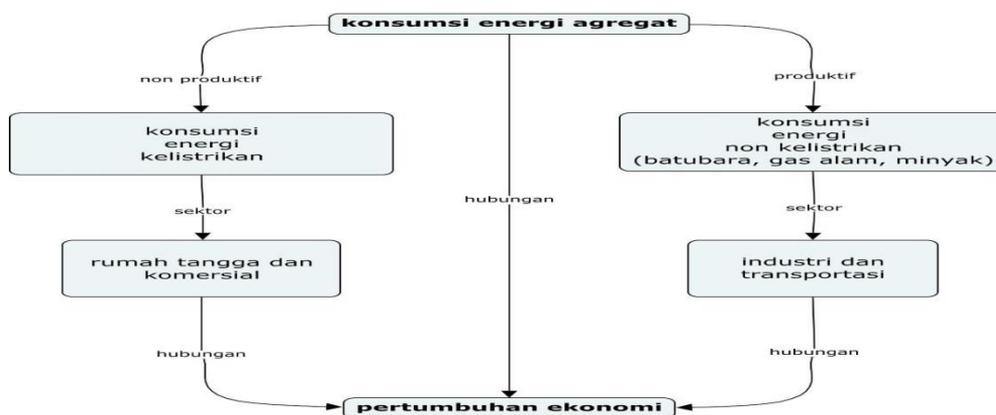
Teja Rinanda, Subambang Harsono

Vol. 02 No. 02 Tahun 2023

agregat terdapat kausalitas satu arah atau dua arah, maka pada energi sektoral akan dikhususkan pada sektor mana yang memiliki kausalitas yang lebih signifikan. Jika sektor produktif yang lebih signifikan maka kebijakan untuk meningkatkan konsumsi energi non kelistrikan akan meningkatkan pendapatan industri dan transportasi serta pertumbuhan ekonomi dan sebaliknya. Namun, jika hubungan antar variabel pada level agregat bersifat independen maka peningkatan maupun penurunan konsumsi listrik bergantung pada kebijakan ekonomi yang ekspansif maupun kontraktif. Hal ini yang membedakan penelitian ini dengan penelitian yang diajukan oleh Jafari, et al., (2012) di Indonesia.

### Teknik Pengolahan Data

Model *Vector Autoregressive* (VAR) menjadikan semua variabel sebagai variabel endogen yang dijelaskan oleh variabel lain pada waktu sebelumnya (*lag*). VAR memerlukan sama semua variabel yang diartikan bahwa tidak terdapat pembagian variabel eksogen maupun endogen (Gujarati, 2016). Permodelan VAR dapat diolah dengan memanfaatkan *software* Eviews.



Sumber: data diolah

Gambar 1. Skema Penelitian

### *Vector Autoregressive* (VAR)

Pada kasus yang mencari hubungan antar variabel yang simultan sering kali tidak cukup dengan teori ekonomi atau hubungan yang bersifat statis. VAR menawarkan hubungan antar variabel yang bersifat dinamis dan saling memengaruhi. Setiap variabel dalam VAR berperan sebagai variabel endogen yang dipengaruhi oleh variabel itu sendiri dan variabel lain di masa lampau.

## Analisis Granger Causality Test Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi

Teja Rinanda, Subambang Harsono

Vol. 02 No. 02 Tahun 2023

VAR adalah metode awal yang digunakan untuk mencari hubungan antar variabel untuk menganalisis pengaruh dari variabel satu terhadap variabel itu sendiri dan variabel lain dalam model. Analisis selanjutnya biasanya menggunakan uji Granger Causality. Persamaan umum dari model VAR(p) adalah

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + v_t \dots \dots \dots (3)$$

Dimana  $Y_t$  merupakan *vector* dari variabel endogen dan  $A_1, \dots, A_p$  merupakan koefisien yang diramalkan dapat memengaruhi  $Y$  di masa sekarang.

Secara umum, model VAR dibagi menjadi tiga yaitu *unrestricted* VAR, *restricted* VAR, dan *structural* VAR. *Unrestricted* VAR digunakan jika variabel stasioner pada level. Jika variabel tidak stasioner pada level, maka harus distasionerkan terlebih dulu (*differencing*). Jenis ini mengenal dua kemungkinan yaitu VAR pada *level* dan VAR *difference*. Selanjutnya, jika variabel tidak stasioner pada level namun terintegrasi maka *restricted* VAR yang digunakan. *Restricted* VAR merubah modelnya menjadi *Error Correction Term* sebagai restriksinya. *Restricted* VAR dikenal juga sebagai *Vector Error Correction Method* (VECM). jenis VAR ketiga adalah *structural* VAR yang merupakan VAR yang memiliki restriksi berupa hubungan teoritis yang kuat.

### Uji Stasioneritas

Spesifikasi model penelitian sudah tertuang pada awal bab ini. Uji stasioneritas diperlukan sebab sifat data *time series* cenderung tidak konstan. Syarat suatu model VAR dapat dijalankan adalah data yang stasioner. Stasioneritas menjadikan data *time series* cenderung kembali nilai reratanya dan fluktuasi yang konstan amplitudonya (Gujarati, 2016). Stasioneritas sangat diperlukan agar model tidak menghasilkan kesimpulan palsu (*spurious*). *Spurious regression* menghasilkan sesuatu yang seakan-akan berkorelasi namun sebenarnya tidak memiliki korelasi. Hal ini dapat terlihat jika  $R^2$  lebih tinggi dibandingkan nilai Durbin-Watson ( $R^2 > d$ ). Uji stasioner atau uji *unit root* yang dapat digunakan adalah uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) dan uji *Phillips Perron* (PP).

### Uji Lag Optimal

Penentuan *lag* optimal dalam VAR digunakan agar dapat menghindari kesimpulan yang keliru. *Lag* yang kecil memungkinkan adanya kesalahan spesifikasi sedangkan *lag* yang terlalu Panjang akan menurunkan *degree of freedom*. Formula sederhana yang dapat

digunakan adalah dengan melihat jenis data time series. Jika data 4 bulanan maka *lag* optimal berkisar antara empat sampai delapan. Jika data tahunan maka *lag* optimal berkisar antara 1 dan 2. Konfirmasi dari formula ini adalah dengan menggunakan *Akaike Information Criterion* (AIC) atau *Schwarz Information Criterion* (SIC) yang ada pada program Eviews. *Lag* optimal dapat disimpulkan melalui nilai AIC atau SIC yang paling kecil.

### **Uji Kointegrasi**

Kointegrasi adalah adanya keseimbangan dalam hubungan jangka panjang meskipun variabel tidak stasioner, sehingga tidak terdapat kesimpulan yang palsu. Variabel-variabel yang terkointegrasi mengindikasikan bahwa variabel tersebut memiliki hubungan dalam jangka panjang (Gujarati, 2016). Kointegrasi dapat diuji melalui uji *Johansen Cointegration* jika model memiliki lebih dari dua variabel (*multivariate*) dan uji *Augmented Engle-Granger* (AEG) jika model hanya memiliki dua variabel (*bivariate*). Oleh karena itu, jika variabel tidak stasioner dan memiliki kointegrasi maka model restricted VAR (VECM) yang digunakan. Sedangkan jika variabel tidak stasioner dan tidak terkointegrasi maka model *unrestricted* VAR (VAR *difference*) dan asumsi kesimpulan jangka pendek yang digunakan.

### **Uji Granger Causality**

Analisis regresi berkaitan dengan pengaruh dari variabel independen terhadap variabel dependen, namun itu tidak membuktikan hubungan sebab akibat atau arah pengaruh antar variabel (Gujarati, 2016). *Granger Causality* menawarkan pengujian untuk menentukan arah hubungan sebab akibat yang terjadi antar variabel. Adanya *Granger Causality* pada *unrestricted* VAR dan VECM menandakan bahwa terdapat hubungan sebab akibat pada jangka panjang. *Granger Causality* dalam VAR diasumsikan jika variabel tidak stasioner yang dapat menghasilkan kesimpulan palsu (*spurious*) namun terkadang nilai residualnya terkointegrasi. Sehingga kesimpulan dalam metode VAR dapat dilakukan meskipun variabel tidak stasioner.

## **III. Diskusi dan Hasil**

### **Uji Stasioneritas atau Uji Unit Root**

Data tahunan atau *time series* memiliki ciri tren sehingga data cenderung tidak stasioner. Ekonometrika menyaratkan kestasioneran data untuk melakukan regresi. Uji stasioner yang digunakan dalam

## Analisis Granger Causality Test Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi

Teja Rinanda, Subambang Harsono

Vol. 02 No. 02 Tahun 2023

penelitian adalah *Augmented Dickey Fuller* (ADF) sesuai dengan karakteristik tren yang terdapat dalam setiap variable. Hipotesis dari uji stasioner adalah  $H_0$  : terdapat unit root (data tidak stasioner);  $H_1$  : tidak ada unit root (data stasioner), dimana  $H_0$  ditolak jika nilai probabilitas  $< \alpha 0,05$ .

Hasil pengujian ADF pada tingkat level di atas menggunakan asumsi terdapat intersep dan tren pada data. Asumsi ini berdasarkan data yang memiliki tren meningkat. Sedangkan di tingkat 1st difference menggunakan asumsi intersep dan tidak ada tren.

Tabel 2. Hasil Uji ADF pada Level

variabel	t-Statistic	Prob.* $\alpha 0,05$
lnGDP	-2.525436 (-3.523623)	0.3150
lnCONSE	-2.563858 (-3.520787)	0.2979
lnELEC	-5.030882 (-3.548490)	0.0014
lnNONEL	-2.531138 (-3.520787)	0.3124

Sumber: data diolah

Tabel 2, di atas menunjukkan bahwa semua variabel tidak stasioner pada level kecuali lnELEC sehingga perlu dilakukan *difference*. Hal ini dilakukan agar tidak terdapat kesimpulan yang salah akibat hasil regresi yang *spurious*. Setelah melakukan *difference*, semua variabel stasioner pada 1st *difference*.

Tabel 3. Hasil Uji ADF pada 1\_st Difference

variabel	t-statistic	Prob.* $\alpha 0,05$
DlnGDP	-4.728026 (-2.935001)	0.0004
DlnCONSE	-6.462821 (-2.935001)	0.0000
DlnELEC	-3.820281 (-2.935001)	0.0056
DlnNONEL	-6.449627 (-2.935001)	0.0000

Sumber: data diolah

### Penentuan *Lag* Optimal

Langkah kedua yang dilakukan adalah menentukan *lag* optimal pada model. Terdapat cara untuk menentukan *lag* yang optimal dengan beberapa kriteria informasi antara lain *Akaike Information Criterion* (AIC) dan *Schwarz Information Criterion* (SIC). Penentuan *lag* digunakan untuk menghindari *lag* yang terlalu sedikit atau *lag* yang terlalu banyak sehingga muncul masalah baru seperti hilangnya *degree of freedom*, *multicollinearity*, dan *serial correlation*.

## Analisis Granger Causality Test Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi

Teja Rinanda, Subambang Harsono

Vol. 02 No. 02 Tahun 2023

Tabel 4. Hasil Uji *Lag* Optimal

Model	AIC (SIC) <i>lag</i> 1	AIC (SIC) <i>lag</i> 2
Model VAR1	-7.739056 (-7.485724*) 0.996531	-7.822166* (-7.399946) 0.996368
Model VAR2	-10.79698* (-10.29032*)	-10.67424 (-9.787575)

Sumber: data diolah

Penelitian ini menggunakan dua model regresi untuk melihat hubungan kausalitas antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. Penentuan *lag* optimal berlaku untuk setiap model. Data tahunan biasanya menggunakan *lag* 1 atau 2 sebagai *lag* optimal suatu regresi. Pada Tabel 4. terlihat bahwa *lag* optimal untuk kedua model adalah *lag* 1. Model pertama menggunakan *lag* 1 sebab *adjusted R<sup>2</sup>* yang dihasilkan lebih tinggi.

### Uji Kointegrasi

Model regresi yang digunakan untuk melihat hubungan kausalitas adalah VAR. Uji kointegrasi dapat menunjukkan model VAR yang tepat. Jika variabel tidak stasioner namun terkointegrasi pada level maka VAR yang digunakan adalah model VECM. Jika variabel tidak stasioner, tidak terkointegrasi, dan stasioner pada *1st difference* maka model yang digunakan adalah *unrestricted* VAR. Penelitian ini menggunakan uji kointegrasi Johansen dengan tingkat kepercayaan 95%.

Hasil uji kointegrasi dua model menunjukkan bahwa keduanya tidak memiliki kointegrasi berdasarkan *trace statistic* dan *max eigen value*. Hipotesis nol yang menyatakan bahwa tidak terdapat persamaan kointegrasi diterima di kedua model dengan nilai *trace statistic* (8.78) lebih kecil dari *critical value* (15.49) pada model 1 dan nilai *trace statistic* (29.13) lebih kecil dari *critical value* (29.79) pada model 2. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan model *unrestricted* VAR dan berasumsi pada hubungan jangka pendek antar variabel. Sedangkan analisis *Granger Causality* digunakan dalam VAR yang tidak stasioner untuk melihat hubungan jangka panjang dengan asumsi bahwa nilai residualnya terkointegrasi.

### Estimasi VAR dan Uji Kausalitas

Estimasi VAR yang digunakan sesuai dengan hasil dari uji kointegrasi adalah *unrestricted* VAR. VAR jenis ini hanya dapat menyimpulkan hubungan kausalitas jangka pendek. Uji kausalitas jangka pendek dapat diperoleh dengan tiga cara. Tiga jenis pengujian

## Analisis Granger Causality Test Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi

Teja Rinanda, Subambang Harsono

Vol. 02 No. 02 Tahun 2023

kausalitas ini dapat saling mengorfimasi sehingga diharapkan bahwa kesimpulan yang diambil tidak keliru. Sedangkan pengujian *Granger Causality* digunakan untuk mengonfirmasi ketiga pengujian ini dan menggunakan asumsi jangka panjang. Jenis pengujian kausalitas adalah sebagai berikut: Menggunakan *t-statistic regressor* (jangka pendek), *t-statistic* yang signifikan dapat menjelaskan adanya hubungan kausalitas dan sebaliknya. Jika konsumsi energi memiliki nilai *t-statistic* yang tinggi maka terdapat hubungan yang memengaruhi antar variabel. Namun, arah hubungan kausalitas belum terlihat.

Uji *Granger/Wald Causality* (jangka pendek). **H0**: *lagged coefficient(s) = 0*; **H1**: *lagged coefficient(s) ≠ 0*; Tolak **H0** jika p-value dari *chi2*-statistic  $\leq 0,05$ . Uji *Granger/Block Exogeneity Wald* digunakan untuk mengukur pengatuh koefisien *lag* dari variabel satu terhadap variabel lainnya. Dalam penelitian ini, jika *lag* optimal lebih dari 1 maka uji *Block Exogeneity* mengukur gabungan koefisien waktu konsumsi energi tahun sebelumnya terhadap pertumbuhan ekonomi waktu sekarang atau sebaliknya. Namun, *lag* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1 sesuai dengan uji *lag* optimal sebelumnya.

Uji *Wald Coefficient* (jangka pendek). **H0**: *coefficient(s) = 0*; **H1**: *coefficient(s) ≠ 0*; Tolak **H0** jika p-value dari *chi2*-statistic  $\leq 0,05$ . Uji kausalitas ini hampir sama dengan uji kedua. Jika terdapat lebih dari satu koefisien dari variabel akibat *lag* optimal lebih dari satu, maka ada kemungkinan gabungan koefisien variabel memengaruhi variabel lain di waktu sekarang.

Uji *Pairwise Granger Causality* (arah hubungan jangka panjang). **H0**: no Granger-causality; **H1**: null hypothesis tidak benar; Tolak **H0** jika p-value dari F-statistic  $\leq 0,05$ . Uji *pairwise* adalah bentuk konfirmasi dari pengujian sebelumnya. jika ketiga pengujian mengindikasikan adanya hubungan kausalitas maka uji *Pairwise Granger* dapat menentukan arah hubungan kausalitas jangka panjang. Hubungan yang terbentuk dapat berupa *unidirectional causality*, *bidirectional causality*, atau hubungan independen.

Tabel 5. Hasil dari Uji *t-statistic* Model VAR 1

	DlnGDP	DlnCONSE
DlnGDP(-1) ( <i>t-statistic</i> )	[ 1.71275]	[-1.46893]
DlnCONSE(-1) ( <i>t-statistic</i> )	[-0.05313]	[ 2.93180]

Sumber: data diolah

## Analisis Granger Causality Test Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi

Teja Rinanda, Subambang Harsono

Vol. 02 No. 02 Tahun 2023

Uji t-statistic menunjukkan bahwa kedua variabel tidak signifikan menjelaskan pengaruhnya terhadap variabel dependennya dengan tingkat kepercayaan 95%. Konsumsi energi saat ini tidak dipengaruhi pertumbuhan ekonomi tahun sebelumnya dan pertumbuhan ekonomi saat ini tidak dipengaruhi konsumsi energi tahun sebelumnya. Hubungan yang terbentuk dari pengujian ini adalah hubungan independen.

Tabel 6 Hasil Uji *Granger/Block Exogeneity* Model VAR 1

Variabel dependen	p-value dari <i>chi2</i> -statistic
DlnGDP	DlnCONSE (0.9576)
DlnCONSE	DlnGDP (0.1419)

Sumber: data diolah

Uji *Granger/Wald Causality* digunakan untuk melihat hubungan jika variabel independen menggabung *lag*-nya terhadap variabel dependennya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai probabilitas kedua variabel tidak signifikan dengan tingkat kepercayaan 95%. Konsumsi energi saat ini tidak dipengaruhi pertumbuhan ekonomi tahun sebelumnya dan pertumbuhan ekonomi saat ini tidak dipengaruhi konsumsi energi tahun sebelumnya. Hasil yang sama ditunjukkan oleh uji keofisien wald sebab *lag* optimal tidak lebih dari 1.

Tabel 7. Hasil Uji Koefisien *Wald* Model VAR 1

Variabel dependen	p-value dari <i>chi2</i> -statistic
DlnGDP	DlnCONSE (0.9576)
DlnCONSE	DlnGDP (0.1419)

Sumber: data diolah

Tiga pengujian kausalitas sebelumnya menunjukkan adanya hubungan yang independen antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. Uji *Pairwise* mengonfirmasi pengujian sebelumnya. Hasil pengujian membuktikan bahwa hipotesis nol diterima karena nilai probabilitas dari f-statistik dua arah hubungan lebih dari 5%. Nilai probabilitas dari konsumsi energi menuju pertumbuhan ekonomi sebesar 0.7503 dan nilai dari pertumbuhan ekonomi menuju konsumsi energi sebesar 0.4526. Empat pengujian kausalitas menghasilkan pola yang sama yaitu hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi bersifat independen. Kesimpulan dari VAR model 1 adalah hubungan yang bersifat independen antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

## Analisis Granger Causality Test Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi

Teja Rinanda, Subambang Harsono

Vol. 02 No. 02 Tahun 2023

Tabel 8. Hasil Uji *t*-statistic Model VAR 2

	DlnGDP	DlnELEC	DlnNONEL
DlnGDP(-1)	[ 1.65458]	[-0.11687]	[-1.45711]
DlnELEC(-1)	[-0.09945]	[ 1.94812]	[ 2.17643]
DlnNONEL(-1)	[ 0.05142]	[ 3.97546]	[ 1.85847]

Sumber: data diolah

Uji *t*-statistic model dua menunjukkan hasil yang sama dengan model pertama. Hubungan yang terbentuk dari dua jenis konsumsi energi terhadap pertumbuhan ekonomi bersifat independen. Nilai *t*-statistic dari DlnELEC tidak signifikan memengaruhi DlnGDP dan sebaliknya. Nilai *t*-statistic dari DlnNONEL juga tidak signifikan memengaruhi DlnGDP dan sebaliknya. Dengan kata lain, konsumsi energi kelistrikan maupun energi non kelistrikan tidak memengaruhi pertumbuhan ekonomi dan sebaliknya.

Tabel 9. Hasil Uji *Granger/Block Exogeneity Wald* Model VAR 2

Variabel dependen	p-value dari <i>chi</i> <sup>2</sup> -statistic	p-value dari <i>chi</i> <sup>2</sup> -statistic
DlnGDP	DlnELEC (0.9208)	DlnNONEL (0.9590)
DlnELEC	DlnGDP (0.9070)	DlnNONEL (0.0001)
DlnNONEL	DlnGDP (0.1451)	DlnELEC (0.0295)

Sumber: data diolah

Uji koefisien *Wald* maupun uji *Block Exogeneity Wald* menunjukkan hasil yang sama sebab *lag* dari penelitian tidak lebih dari 1. Pengujian menjelaskan bahwa konsumsi energi kelistrikan maupun energi non kelistrikan tahun sebelumnya tidak memengaruhi pertumbuhan ekonomi saat ini begitupun sebaliknya. Hubungan yang terbentuk melalui pengujian ini bersifat independen.

Pengujian arah hubungan model dua juga mengonfirmasi bahwa hubungan yang terbentuk bersifat independen. Nilai dari pengujian konsumsi kelistrikan menuju pertumbuhan ekonomi sebesar 0.5835 dan nilai dari pertumbuhan ekonomi menuju konsumsi energi kelistrikan sebesar 0.1262. kedua nilai berada di daerah penerimaan hipotesis nol sehingga keduanya bersifat independen. Selanjutnya, nilai dari konsumsi energi non kelistrikan menuju pertumbuhan ekonomi sebesar 0.7214 dan nilai dari arah pertumbuhan ekonomi menuju konsumsi energi non kelistrikan sebesar 0.4528. Hubungan yang terbentuk diantara keduanya juga bersifat independen. Kesimpulan yang dapat ditarik dari pengujian adalah hubungan bersifat independen antara konsumsi energi sektoral baik kelistrikan maupun non

kelistrikan dan pertumbuhan ekonomi dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

### **Diskusi**

Hasil pengujian ekonometrik menunjukkan hubungan kausalitas antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia bersifat independen. Hubungan independen antara keduanya dikemukakan juga oleh penelitian terdahulu dari Jafari et al., (2012) di Indonesia. Peningkatan konsumsi energi tidak berpengaruh pada pertumbuhan ekonomi, peningkatan justru diakibatkan oleh peningkatan populasi di perkotaan atau urbanisasi. Selain penelitian dengan hasil yang sama, penelitian ini juga menunjukkan hasil yang berbeda untuk kasus Indonesia. Hasil penelitian yang berbeda dikemukakan oleh Razzaqi, et al., (2011), Ozturk, et al., (2010), dan (Ouedraogo, 2013).

Perekonomian Indonesia yang terus tumbuh di Kawasan Asia Tenggara diiringi dengan kebutuhan energi yang meningkat pula sehingga keduanya memiliki hubungan dua arah (Razzaqi, et al., 2011). Tingkat pendapatan Indonesia yang masih berada pada *low middle income level* dan terus tumbuh, pertumbuhan ekonomi memengaruhi konsumsi energi (Ozturk et al., 2010) yang akan digunakan sebagai fungsi produksi suatu negara.

Gurgul & Lach, (2012) mengungkapkan bahwa kausalitas *unidirectional* yang mengarah dari pemakaian listrik ke pertumbuhan ekonomi mengimplikasikan pembatasan konsumsi listrik akan menghambat pertumbuhan ekonomi. Namun teori tersebut, menurut Squalli, (2007), secara general hanya berdasar pada hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi yang positif.

Saat hubungan kausalitas yang terjadi antara keduanya bersifat negatif, makna dari hubungan tersebut menjadi sulit dimengerti dan terlebih lagi akan terbuka lebih banyak alternatif interpretasi. Salah satu kemungkinan interpretasi dikutip Wolde-Rufael, (2006) yaitu bilamana kausalitas mengalir dari energi ke arah pendapatan, dan peningkatan konsumsi energi merujuk pada penurunan pertumbuhan ekonomi. Hal ini dapat diartikan sebagai gambaran akan ekonomi berkembang yang sebaiknya mengonsumsi energi dalam jumlah yang semakin sedikit, dalam artian semakin perekonomian bertumbuh, produksi seharusnya beralih kepada sektor jasa yang mana intensitas pemakaian energinya lebih sedikit.

Namun, dapat pula berarti bahwasanya hubungan semacam ini merupakan hasil dari pemakaian energi yang berlebihan pada sektor

## Analisis Granger Causality Test Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi

Teja Rinanda, Subambang Harsono

Vol. 02 No. 02 Tahun 2023

yang tidak produktif atau pemakaian energi yang tidak efisien (Squalli, 2007). Butir terakhir didukung oleh Yoo & Kim, (2006), menemukan bahwa Indonesia memiliki masalah inefisiensi berupa pemakaian energi listrik yang sia-sia.

Namun perlu dicermati juga bahwa konsumsi listrik di Indonesia didominasi oleh sektor non-produktif. Maka hubungan yang negatif antara konsumsi listrik dan pertumbuhan ekonomi bisa terbilang wajar mengingat sektor yang paling banyak mengonsumsi energi listrik adalah sektor rumah tangga, yang tidak menghasilkan *output* nasional secara langsung. Belum lagi melihat kenyataan bahwa rasio elektrifikasi Indonesia masih tergolong rendah dengan ketimpangan yang sangat besar dimana rata-rata rasio elektrifikasi adalah sebesar 66,51% sementara titik tertinggi sebesar 94,21% dan titik terendah sebesar 24,26%. Maka Indonesia yang sedang berusaha meningkatkan rasio elektrifikasi nasional menjadi wajar jika konsumsi listriknya difokuskan pada sektor yang kurang produktif yaitu sektor rumah tangga.

Faktor-faktor yang memengaruhi perbedaan hasil antara lain adalah tingkat pendapatan, fokus kebijakan perdagangan, dependensi energi, pendekatan waktu dan lain lain. Perbedaan tingkat pendapatan suatu negara menghasilkan kebijakan ekonomi dan energi yang berbeda. Negara dengan klasifikasi pendapatan menengah rendah cenderung melakukan kebijakan ekonomi ekspansif dan mengonsumsi energi yang lebih besar dan ditambah jumlah populasi yang tinggi.

Perbedaan kebijakan perdagangan berkaitan dengan komoditas ekspor dan impor. Kebijakan perdagangan juga berkaitan dengan dependensi energi negara. Negara pengekspor energi memiliki hubungan kausalitas yang berbeda dengan negara pengimpor energi. Bangladesh, Pakistan, dan Turki sebagai negara pengimpor energi memiliki hubungan kausalitas dua arah, sedangkan Iran dan Nigeria sebagai negara pengekspor energi memiliki hubungan kausalitas satu arah dari konsumsi energi ke pertumbuhan ekonomi (Razzaqi, et al., 2011). Pada penelitian lain, negara pengekspor energi juga memiliki hubungan yang berbeda seperti pada negara-negara Timur Tengah. Hubungan Kausalitas mengarah dari pertumbuhan ekonomi menuju konsumsi energi (Mehrara, 2007).

Hubungan kausalitas yang independen di penelitian ini disebabkan oleh beberapa faktor yang telah dijelaskan. Pertama, Indonesia merupakan negara dengan PDB besar dan meningkat maka kebijakan ekonomi yang ekspansif terus dilakukan. Ditambah *lagi*,

## **Analisis Granger Causality Test Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi**

*Teja Rinanda, Subambang Harsono*

*Vol. 02 No. 02 Tahun 2023*

Indonesia masih tergolong negara dengan pendapatan menengah rendah. Salah satu kebijakan ekspansif adalah percepatan pembangunan infrastruktur termasuk infrastruktur ketenagalistrikan. Namun, subsidi energi juga meningkat seiring dengan peningkatan konsumsi energi.

Alokasi Subsidi energi masih berfokus pada sektor konsumtif seperti BBM, listrik, dan LPG. Subsidi energi mencapai Rp 153.5 triliun (CNBC Indonesia, 2020). Kedua, komoditas ekspor impor Indonesia masih didominasi oleh sektor energi seperti batubara, BBM, dan gas serta masih mengalami neraca perdagangan defisit (USD -11 miliar) di tahun 2018 (World Bank., 2018). Ketiga, produksi energi dalam negeri berbiaya tinggi sedangkan harga energi untuk konsumsi masih di subsidi. Keempat, komposisi PDB Indonesia masih didominasi oleh konsumsi privat sebesar 50% di tahun 2018 (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2018).

Sedangkan model regresi penelitian tidak dapat mencakup pengaruh energi tidak langsung. Ditambah *lagi* bahwa konsumsi energi merupakan barang intermedieris dalam kegiatan produksi (input) dan kegiatan konsumsi sehingga nilai tambah yang muncul dari konsumsi energi tidak lebih tinggi dibandingkan barang dan jasa yang dihasilkan lewat kegiatan produksi maupun barang dan jasa yang dikonsumsi. Oleh karenanya, pengaruh dari meningkatnya konsumsi energi belum berdampak pada pertumbuhan ekonomi pada jangka pendek dan jangka panjang. Hubungan kausalitas yang terbentuk dari konsumsi energi terhadap pertumbuhan ekonomi menjadi independen.

### **IV. Kesimpulan**

Hubungan kausalitas antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi bersifat independen dalam jangka pendek dan jangka panjang. Faktor-faktor yang menyebabkan hubungan kausalitas antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi menghasilkan kesimpulan yang berbeda meskipun latar belakang negara memiliki karakteristik yang sama seperti negara pengekspor energi. Hal ini kemudian menjadikan hubungan kausalitas sebagai hubungan yang dinamis.

Kebijakan yang terkait dengan ekonomi maupun energi tidak berdampak secara langsung terhadap masing masing sektor. Kebijakan dapat berdampak positif jika pertumbuhan ekonomi terus meningkat sehingga kebutuhan terhadap energi juga meningkat. Kebijakan dapat bernilai negatif jika peningkatan kebutuhan energi tidak diimbangi

## Analisis Granger Causality Test Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi

Teja Rinanda, Subambang Harsono

Vol. 02 No. 02 Tahun 2023

dengan pertumbuhan ekonomi sehingga beban anggaran subsidi energi meningkat juga.

Kekurangan penelitian ini adalah model yang masih tergolong *bivariate* atau hanya menggunakan dua variabel. Ketersediaan data *time series* yang cocok dan proporsional agar model menjadi *multivariate* dan fokus pada sektor produktif masih terbatas.

### Rekomendasi

Tingkat intensitas konsumsi energi Indonesia dapat diperbaiki melalui kebijakan yang tepat pada sektor ekonomi dan sektor energi mengingat kenyataan bahwa menghemat konsumsi energi 1 kWh jauh lebih murah dibandingkan dengan memproduksi energi 1 kWh sehingga di masa depan dapat menjadikan produksi energi lebih murah dibandingkan menghemat energi. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menjawab penelitian tentang hubungan kausalitas antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi dengan data yang lebih proporsional dan metode yang lebih kaya.

### V. Bibliografi

- CNBC Indonesia. (2020). Habiskan Ratusan Triliun, RI Kecanduan Subsidi Energi. Retrieved October 7, 2023, from <https://www.cnbcindonesia.com/news/20200114180309-16-130020/habiskan-ratusan-triliun-ri-kecanduan-subsidi-energi>
- Detik. (2019). Listrik Padam Berjam-jam, PLN Hitung Kerugian Capai Rp 90 M. Retrieved October 7, 2023, from <https://finance.detik.com/energi/d-4652009/listrik-padam-berjam-jam-pln-hitung-kerugian-capai-rp-90-m>
- Dhungel, K. R. (2008). A Causal Relationship Between Energy Consumption And Economic Growth In Nepal. *Asia-Pacific Development Journal*, 15(1), 137–150.
- Gujarati, D. (2016). *Dasar-Dasar Ekonometrika*. Jakarta: PT. Erlangga.
- Gurgul, H., & Lach, Ł. (2012). The electricity consumption versus economic growth of the Polish economy. *Energy Economics*, 34(2), 500–510. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.10.017>
- Jafari, Y., Othman, J., & Nor, A. H. S. M. (2012). Energy consumption, economic growth and environmental pollutants in Indonesia. *Journal of Policy Modeling*, 34(6), 879–889. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2012.05.020>

## Analisis Granger Causality Test Konsumsi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi

Teja Rinanda, Subambang Harsono

Vol. 02 No. 02 Tahun 2023

- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2019). *Outlook Energi Indonesia 2019*. Jakarta Indonesia: Dewan Energi Nasional.
- Mehrara, M. (2007). Energy consumption and economic growth: The case of oil exporting countries. *Energy Policy*, 35(5), 2939–2945. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.10.018>
- Ouedraogo, N. S. (2013). Energy consumption and economic growth: Evidence from the economic community of West African States (ECOWAS). *Energy Economics*, 36, 637–647. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.11.011>
- Ozturk, I., Aslan, A., & Kalyoncu, H. (2010). Energy consumption and economic growth relationship: Evidence from panel data for low and middle income countries. *Energy Policy*, 38(8), 4422–4428. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.03.071>
- Pinzón, K. (2018). Dynamics between energy consumption and economic growth in Ecuador: A granger causality analysis. *Economic Analysis and Policy*, 57, 88–101. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2017.09.004>
- Razzaqi, S., Bilquees, F., & Sherbaz, S. . (2011). Dynamic Relationship Between Energy and Economic Growth: Evidence from D8 Countries. *The Pakistan Development Review*, 50(4II), 437–458. <https://doi.org/10.30541/v50i4IIpp.437-458>
- Squalli, J. (2007). Electricity consumption and economic growth: Bounds and causality analyses of OPEC members. *Energy Economics*, 29(6), 1192–1205. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2006.10.001>
- Tempo. (2018). Indonesia`s Target of Electrification Set at 99.9 Percent in 2019. Retrieved October 7, 2023, from <https://en.tempco.co/read/923712/indonesias-target-of-electrification-set-at-99-9-percent-in-2019>
- Wolde-Rufael, Y. (2006). Electricity consumption and economic growth: a time series experience for 17 African countries. *Energy Policy*, 34(10), 1106–1114. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2004.10.008>
- World Bank. (2018). Indonesia Trade Summary 2018 Data. Retrieved from <https://wits.worldbank.org/CountryProfile/en/Country/IDN/Year/LTST/Summary>
- YOO, S., & KIM, Y. (2006). Electricity generation and economic growth in Indonesia. *Energy*, 31(14), 2890–2899. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2005.11.018>