

Analisis Konsumsi Energi di Amerika Serikat

Vanya Gerina Azzahra*, Abdul Hakim

Jurusan Ilmu Ekonomi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding author: 18313159@students.uii.ac.id

JEL Classification Code:

Q41, N70, E64

Kata kunci:

Konsumsi Energi, Harga, Kontegrasi
ARDL

Email penulis:

abdul.hakim@uui.ac.id

DOI:

10.20885/JKEK.vol1.iss2.art4

Abstract

Purpose – This paper examines the effect of various energy prices and population sizes on energy consumption in the United States.

Methods – This paper begins the analysis by conducting integration tests on the existing variables. The test produces a mixture of variables $I(0)$ and $I(1)$, so the model chosen is the ARDL model. The bound test indicates cointegration, and the analysis is continued by estimating the conditional ECM model.

Findings – Both the ARDL and conditional ECM model estimates find that the prices of all components of energy consumed, as well as population size, are good explanations of energy consumption behavior. Significant autoregressive factor up to lag 3 indicates that energy consumption behavior is strongly influenced by energy consumption in the past. Coal prices, crude oil prices, and natural gas prices only affect contemporaneously. Population size affects both contemporaries and three lags in the past. The estimation results with the conditional ECM in the long-term model estimation segment confirm the results from the ARDL model. The short-term ECM conditional estimation results suggest that all variables significantly affect the dependent variable.

Implication – The lag effect of the dependent variable implies that energy consumption in the present is highly dependent on consumption in the lamp life. The historical effect of various energy source prices means that consumers only consider current prices in deciding how much energy to consume.

Originality – This research contributes to modeling the influence of various variables on energy consumption in the United States.

Abstrak

Tujuan – Paper ini menguji pengaruh berbagai harga energi serta ukuran populasi terhadap konsumsi energi di Amerika Serikat.

Metode – Paper ini mengawali analisis dengan melakukan uji integrasi atas variabel-variabel yang ada. Uji tersebut menghasilkan campuran antara variabel-variabel $I(0)$ dan $I(1)$, sehingga model yang terpilih adalah model ARDL. Uji kointegrasi dengan bound test menyarankan keberadaan kointegrasi sehingga analisis dilanjutkan dengan mengestimasi model conditional ECM.

Temuan – Estimasi model ARDL dan conditional ECM menemukan bahwa harga semua komponen energi yang dikonsumsi serta ukuran populasi menjadi penjelas yang baik terhadap perilaku konsumsi energi. Faktor autoregressive signifikan sampai lag 3 menandakan bahwa perilaku konsumsi energi sangat dipengaruhi oleh konsumsi energi di masa lampau. Harga batubara, harga minyak mentah, dan harga gas alam hanya berpengaruh secara sejaman. Ukuran populasi memiliki pengaruh baik sejaman maupun tiga lag di masa lampau. Hasil estimasi dengan conditional ECM, dalam segmen estimasi model jangka panjang, mengkonfirmasi hasil dari model ARDL. Hasil estimasi

conditional ECM jangka pendek menyarankan bahwa semua variabel berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

Implikasi – Pengaruh lag dari variabel dependen mengimplikasikan bahwa konsumsi energi di masa sekarang sangat tergantung pada konsumsi di masa lampau. Pengaruh sejaman dari berbagai harga sumber energi menandakan bahwa konsumen hanya memperhitungkan harga sekarang dalam memutuskan seberapa banyak energi yang dikonsumsi.

Orisinalitas – Penelitian ini berkontribusi dalam memodelkan pengaruh berbagai variabel terhadap konsumsi energi di Amerika Serikat.

Pendahuluan

Sebagai sebuah negara besar, Amerika Serikat sangat bergantung pada energi dalam perekonomiannya. Menurut Statista (2022), Amerika Serikat menduduki peringkat kedua sebagai konsumen energi primer terbesar di dunia setelah Cina. Laporan Statistical Review of World Energy turut membenarkan pernyataan bahwa Amerika Serikat mengkonsumsi energi primer paling banyak di antara negara-negara di wilayah Amerika Utara. Dalam periode 2010 hingga 2020, Amerika Serikat mengkonsumsi rata-rata 19.361,2 ribu barel per hari minyak bumi, 741,8 miliar meter kubik gas alam, dan 15,6 exajoules batu bara (BP, 2021). Secara historis, batu bara telah memberikan kontribusi paling besar untuk kegiatan ekonomi jika dibandingkan dengan minyak bumi dan gas alam dan sejak tahun 1970, sebagian besar konsumsi minyak Amerika Serikat dipenuhi melalui impor, menawarkan cara berbeda untuk mempengaruhi pertumbuhan ekonomi (Arora & Shi, 2016).

Riset yang dilakukan oleh CNBC (2021) merangkum dampak dari krisis energi di negara-negara maju. Di Inggris, harga gas alam melonjak naik karena permintaan yang meningkat dan masalah distribusi sehingga menyebabkan kenaikan tarif listrik. Kenaikan tarif listrik juga dialami oleh Uni Eropa dikarenakan tingginya harga komoditas dan karbon, hingga rendahnya hasil listrik dari tenaga angin. Kemudian di Cina, konsumsi listrik sektor rumah tangga dan industri terganggu. Krisis energi yang dialami Cina disebabkan oleh harga batu bara dan gas alam yang terus merangkak naik. Dijelaskan pula oleh Pransuamitra (2022) bahwa krisis energi bermula ketika perekonomian global mulai bangkit kembali pasca pandemi Covid-19, banyak negara sudah tidak menerapkan *lockdown* di mana pembatasan sosial mulai dilonggarkan memicu permintaan energi. Saat pandemi, OPEC dan Rusia (OPEC+) memangkas produksi minyak mentah sehingga saat ada lonjakan permintaan, OPEC dan Rusia belum menaikkan produksinya. Hal ini menyebabkan harga minyak mentah meroket, disusul oleh gas alam dan batu bara. Kemudian itu yang menjadi salah satu pemicu awal krisis energi karena ada ketimpangan permintaan dan penawaran di Eropa.

Dua tahun kemudian, krisis energi semakin memburuk karena adanya perang antara Rusia dan Ukraina. Sejauh ini, Rusia merupakan pengekspor bahan bakar fosil terbesar di dunia, dan pemasok yang sangat penting ke Eropa pada tahun 2021 (Wright, 1986) di mana satu dari lima unit energi yang dikonsumsi di Uni Eropa berasal dari Rusia. Akan tetapi, Amerika Serikat dan Eropa memberikan sanksi kepada Rusia, membatasi ekspor produk energi sehingga menyebabkan krisis energi berkelanjutan di Amerika Utara dan Uni Eropa. Menurut Shepard & Pratson (2022) invasi Rusia memperburuk kenaikan harga bensin di AS, yang rata-rata mencapai US\$4,28 per galon pada 6 Mei. Pada 8 Maret, Pemerintahan Biden melarang impor minyak Rusia (baik minyak mentah maupun minyak bumi), LNG, dan batu bara.

Berdasarkan uraian mengenai perkembangan energi di berbagai negara serta meluasnya krisis pada sektor energi, penulis tertarik untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi energi khususnya untuk studi kasus Amerika Serikat. Penulis ingin melihat bagaimana pengaruh produksi energi dan harga energi terhadap konsumsi energi di negara adidaya tersebut dalam rentang waktu di mana krisis multidimensional itu terjadi.

Pengaruh harga energi dan faktor-faktor produksi energi terhadap konsumsi energi telah banyak diteliti. Penulis melihat beberapa kategori pengaruh dari penelitian tersebut yakni terhadap

konsumsi secara agregat maupun terpisah. Secara teoritis, faktor-faktor yang berpengaruh terhadap konsumsi biasanya adalah biaya produksi, tenaga kerja, maupun penggunaan teknologi. Chang dkk. (2001) menganalisis pengaruh indeks produksi industri dan total pekerjaan terhadap total konsumsi energi. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat hubungan kausalitas searah dari total konsumsi energi ke indeks produksi industri. Soyatas dan Sari (2007) menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi total konsumsi energi untuk penggunaan listrik. Hasil studi tersebut menemukan hubungan kausalitas searah dari konsumsi listrik ke nilai tambah manufaktur.

Variabel yang sering digunakan untuk mewakili harga energi adalah harga komoditas minyak. Abid (2020) menemukan adanya hubungan kausalitas searah dari konsumsi energi rata-rata per kapita terhadap harga minyak di Tunisia. Lee & Chiu (2011) menelaah bahwa harga minyak riil berpengaruh positif terhadap konsumsi energi nuklir di Amerika Serikat.

Selain harga minyak, sejumlah penelitian menggunakan indeks harga konsumen (IHK) sebagai proksi dari harga energi untuk melihat pengaruhnya terhadap konsumsi energi di wilayah Asia Selatan, Asia Tenggara, dan Amerika Latin. Temuan Asafu-Adjaye (2000) memperlihatkan bahwa tidak terdapat hubungan kausalitas antara konsumsi energi komersial dan harga energi di India. Akan tetapi, untuk studi kasus Thailand variabel harga berpengaruh signifikan terhadap variabel konsumsi energi komersial. Sebaliknya, Fatai dkk. (2004) justru menemukan bahwa harga energi secara signifikan mempengaruhi konsumsi energi komersial di Thailand. Climent dan Pardo (2007) menyimpulkan bahwa bukan harga minyak yang mempengaruhi konsumsi energi di Spanyol, melainkan indeks harga konsumen.

Penelitian yang mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi energi di Amerika Serikat adalah sebagai berikut. Thoma (2004) menemukan hubungan kausalitas yang signifikan dari produksi industri terhadap total penggunaan energi. Di samping itu, ia juga menemukan respon positif dari total penggunaan energi terhadap guncangan produksi industri. Mahadevan & Asafu-Adjaye (2007) menyimpulkan bahwa terdapat hubungan kausalitas searah dari harga energi terhadap konsumsi energi. Ewing dkk. (2007) menemukan kausalitas searah dari konsumsi batu bara terhadap indeks produksi industri. Payne (2012) menyimpulkan bahwa harga minyak riil berpengaruh positif terhadap konsumsi energi.

Penelitian yang mengkaji pengaruh konsumsi sektoral terhadap total penggunaan energi terangkum dalam Zachariadis (2007) yang mencermati pengaruh total konsumsi energi, total konsumsi gas, total konsumsi energi di sektor industri, dan konsumsi listrik terhadap total konsumsi minyak bumi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat hubungan kausalitas dua arah antara konsumsi energi primer dan konsumsi energi di sektor transportasi.

Berdasarkan penjelasan studi pustaka di atas, penelitian ini menganalisis faktor-faktor penentu konsumsi energi dari sektor tenaga listrik sebagaimana dilakukan oleh Soyatas Sari (2007). Variabel independen yang diuji diantaranya adalah indeks produksi industri mengacu pada Chang dkk. (2001) dan Ewing dkk. (2007). Berbeda dengan penelitian arus utama yang menggunakan harga minyak sebagai satu-satunya harga dalam variabel independennya, penulis mengaplikasikan harga gas alam dan batu bara untuk dilihat pengaruhnya. Selain penambahan harga-harga dari komoditas lainnya, kontribusi dari penelitian ini yaitu penambahan variabel jumlah penduduk yang berpengaruh dari sisi permintaan energi.

Jumlah konsumsi energi yang terjadi merupakan interaksi antara kekuatan pasar, yakni penawaran dan permintaan. Oleh karena itu, untuk memahami perilaku konsumsi energi tersebut, dua kekuatan tersebut akan dibahas. Parkin (2014) menyebutkan enam faktor utama yang mempengaruhi permintaan, yakni perubahan pada harga barang-barang terkait, perkiraan harga di masa mendatang, pendapatan, perkiraan pendapatan dan pinjaman di masa datang, jumlah penduduk, dan preferensi.

Parkin (2014) juga menjelaskan faktor-faktor yang mendorong penawaran untuk berubah, yakni harga faktor-faktor produksi, harga terkait barang yang diproduksi, perkiraan harga di masa datang, jumlah pemasok, teknologi, dan keadaan alam. Harga faktor-faktor produksi yang digunakan untuk memproduksi barang mempengaruhi penawarannya (dengan harga penawaran minimum). Jika harga faktor produksi meningkat maka harga terendah yang produsen rela terima untuk barang tersebut meningkat, sehingga penawaran turun. Secara luas, teknologi diartikan

sebagai cara faktor-faktor produksi digunakan untuk menghasilkan barang. Perubahan teknologi terjadi saat metode baru yang menurunkan biaya produksi barang ditemukan. Keadaan alam mencakup seluruh kekuatan alam yang mempengaruhi produksi. Termasuk keadaan cuaca dan, secara lebih luas, termasuk lingkungan alam. Cuaca yang bagus dapat meningkatkan penawaran berbagai produk pertanian dan sebaliknya.

Metode Penelitian

Penelitian ini mengkonfirmasi pengaruh berbagai variabel terhadap konsumsi energi di Amerika Serikat, sehingga metode yang dipakai adalah metode kuantitatif. Mengingat data yang digunakan adalah data *time-series*, maka dua isu utama pemodelan akan dibahas, yakni isu stasioneritas dan isu dinamis. Isu stasioneritas akan diakomodasi dengan melakukan *unit root test* menggunakan *ADF test* (*Augmented Dickey-Fuller test*). ADF mampu mengakomodasi pengaruh *lag* beberapa periode dari residual. Tergantung pada derajat integrasinya, beberapa variasi model akan diestimasi, yakni model jangka panjang, model ECM (*error conditional model*), model jangka pendek, model ARDL (*Autoregressive Distributed Lag*), dan potensi menggunakan *conditional* ECM. Baik ECM maupun *conditional* mensyaratkan keberadaan kointegrasi antara variabel dependen dengan variabel independen.

Uji stasioneritas menggunakan *ADF test* bisa digambarkan sebagai berikut:

$$\Delta y_t = \varphi y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta y_{t-1} + u_t \quad (1)$$

Lag dari Δy_t meredam semua struktur dinamis yang muncul dalam variabel dependen untuk menjamin bahwa u_t tidak berkorelasi. Uji ini dikenal sebagai uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF). Fokus pengujian adalah pada ψ , apakah kurang dari 1 ataukah = 1.

Jika y_t adalah variabel dependen dan x_t adalah variabel independen, maka model jangka panjang dan jangka pendek untuk ECM (*error correction model*) adalah sebagai berikut:

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_t + u_t \quad (2)$$

$$\Delta y_t = \theta_1 + \theta_2 x_t + \theta_3 u_{t-1} + v_t \quad (3)$$

Persamaan (2) adalah persamaan jangka panjang sedangkan persamaan (3) adalah persamaan jangka pendek. Pembentukan model ECM mensyaratkan keberadaan kointegrasi, yang bisa dilihat dengan uji stasioneritas u_t . Uji kointegrasi bisa dilakukan dengan menguji stasioneritas u_t pada persamaan (2). Jika u_t tersebut I(0), maka bisa dinyatakan bahwa ada kointegrasi antara variabel dependen dan variabel independen.

Model ARDL adalah model dinamis karena memasukkan variabel *lag* baik variabel dependen maupun variabel independen. Sebuah model ARDL (1,1) bisa dinyatakan sebagai berikut:

$$y_t = \alpha + \beta_1 y_{t-1} + \gamma_0 x_t + \gamma_1 x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Penambahan *lag* bisa dilakukan sepanjang memenuhi kecukupan observasinya. Model dengan panjang *lag* tertentu akan menjadi model terbaik, bisa ditentukan dengan berbagai kriteria yang telah dihitung oleh AIC (Akaike Information Criterion), SC (Schartz Criterion), maupun HNC (Hannan-Quinn Criterion).

Model *conditional* ECM merupakan versi satu langkah dari model ECM pada persamaan (2) dan (3). Model *conditional* ECM dinyatakan sebagai sebuah model jangka pendek di mana faktor ECT (*error correction terms*) dinyatakan sebagai selisih dari variabel dependen dengan semua variabel independennya. Model *conditional* ECM dari persamaan (2) dan (3) bisa dinyatakan sebagai berikut:

$$\Delta y_t = \theta_1 + \theta x_t + \theta_3 (y_{t-1} - \beta_1 + \beta_2 x_{t-1}) + v_t \quad (5)$$

$$\Delta y_t = \theta_1 + \theta x_t + \theta_3 y_{t-1} - \theta_3 \beta_1 + \theta_3 \beta_2 x_{t-1} + v_t \quad (6)$$

$$\Delta y_t = \theta_1 + \theta x_t + \theta_3 y_{t-1} - \mu_1 + \mu_2 x_{t-1} + v_t \quad (7)$$

dimana $y_{t-1} - \beta_1 + \beta_2 x_{t-1} = u_{t-1}$, yakni faktor ECT; $\mu_1 = \theta_3 \beta_1$, dan $\mu_2 = \theta_3 \beta_2$.

Data-data penelitian merupakan data sekunder yang diperoleh dari institusi resmi. Data-data tersebut didapatkan melalui basis data bulanan Federal Reserve Economic Data (FRED) dengan rentang waktu dari tahun 1992 sampai dengan tahun 2022. Selain itu, penelitian berikut juga menggunakan data-data Statistical Review of World Energy dari British Petroleum (BP), World

Energy Outlook dari International Energy Agency (IEA), dan U.S. Energy Information Administration (EIA).

Penelitian ini menggunakan konsumsi energi sebagai variabel dependen. Sementara itu, variabel independennya meliputi harga batu bara, harga gas alam, harga minyak mentah, dan populasi. Di bawah ini adalah rincian dari variabel-variabel yang dioperasikan dalam penelitian.

Tabel 1. Variabel Penelitian

No	Variables	Definisi Variabel	Satuan	Sumber
1	ENCON	Konsumsi energi	Milyar jam kilowatt	FRED
2	PCOAL	Harga batu-bara	Indeks Dec. 1985 = 100	FRED
3	PCOIL	Harga minyak mentah	USD per barel	FRED
4	PNG	Harga gas alam	USD per juta metrik British Thermal Unit	FRED
5	POP	Ukuran populasi	Ribu jiwa	FRED

Variabel konsumsi energi yang dimaksud adalah konsumsi listrik dari sumber energi batu bara. Data pada variabel ini mencakup produksi untuk penggunaan publik oleh utilitas milik pribadi dan kota, proyek federal dan negara bagian, distrik daya kooperatif, dan stasiun pembangkit non-pusat milik publik untuk penerangan jalan atau pemompaan air.

Variabel harga batubara diwakilkan oleh indeks harga produsen (IHP) menurut industri pertambangan batubara. IHP mengukur perubahan rata-rata dari waktu ke waktu dalam harga jual yang diterima oleh produsen dalam negeri untuk outputnya. Harga yang termasuk dalam IHP berasal dari transaksi komersial pertama untuk banyak produk dan beberapa layanan.

Variabel harga gas alam yang dimaksud adalah harga gas alam dari ketetapan Henry Hub yang nilainya mewakili pasar global. Nilai harga tersebut ditentukan oleh pengeksport terbesar komoditas tertentu. Harga gas alam yang tercantum adalah periode rata-rata dalam dolar AS nominal.

Variabel harga minyak mentah yang dimaksud adalah harga bulanan aliran minyak mentah yang diperdagangkan di pasar spot domestik Cushing, Oklahoma, yang digunakan sebagai patokan harga minyak. Dengan kata lain, patokan ini digunakan untuk menentukan harga sejumlah aliran minyak lainnya.

Variabel jumlah penduduk yang dimaksud adalah populasi penduduk ditambah angkatan bersenjata di luar negeri. Estimasi bulanan yang dilakukan pada data populasi ini adalah rata-rata estimasi untuk awal bulan dan awal bulan berikutnya.

Hasil dan Pembahasan

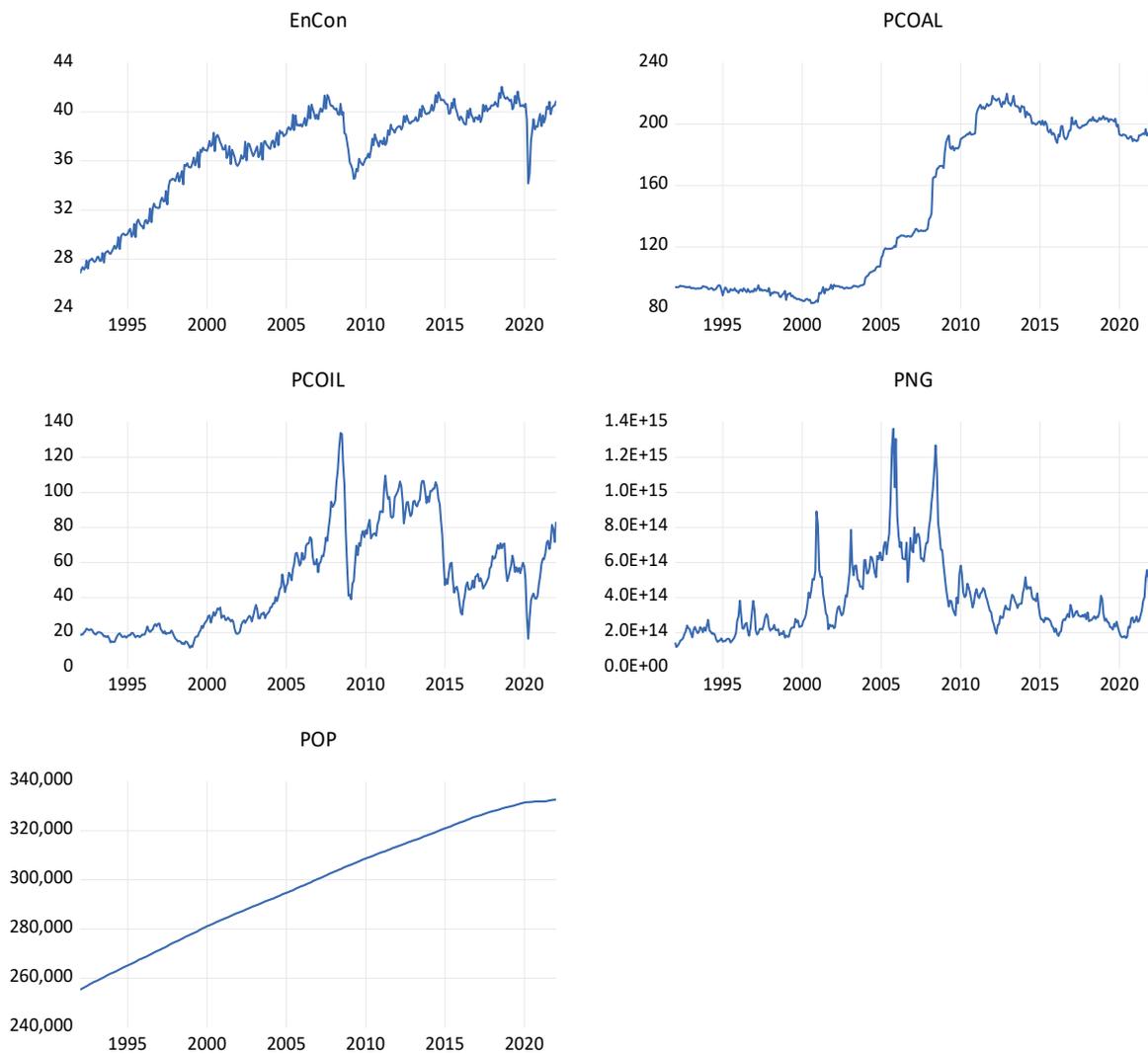
Untuk mendapatkan gambaran umum tentang variabel-variabel yang dianalisis, Gambar 1 menunjukkan bahwa kebanyakan data memiliki tren positif kecuali harga gas alam. Dengan demikian, bisa diduga bahwa semua variabel adalah I(1) kecuali harga gas alam, yang kemungkinan I(0). Hasil uji stasioneritas di Tabel 2 mengkonfirmasi hal tersebut. Dengan demikian, model yang tepat untuk digunakan adalah model ARDL. Hasil estimasi ARDL ditayangkan di Tabel 3.

Dari Tabel 3 dapat kita lihat bahwa semua variabel independen berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen. Meskipun harga minyak mentah lag 1, 2, dan 3 periode tidak signifikan, tetapi harga minyak mentah pada tingkat asli berpengaruh signifikan. Dengan kata lain, terdapat pengaruh sejaman (*contemporaneous*) dari harga minyak mentah terhadap konsumsi energi.

Tabel 2. Unit root test

No	Variables	In-level (Prob)	At-1 st difference (Prob)	Status
1	ENCON	0.148	0.000	I(1)
2	PCOAL	0.972	0.000	I(1)
3	PCOIL	0.188	0.000	I(1)
4	PNG	0.021	-	I(0)
5	POP	1.000	0.000	I(1)

Catatan: Semua uji menggunakan intersep kecuali POP yang menggunakan intersep dan tren. Semua uji menggunakan panjang lag sebesar 2.



Gambar 1. Grafik Data Variabel-variabel Dependen dan Independen

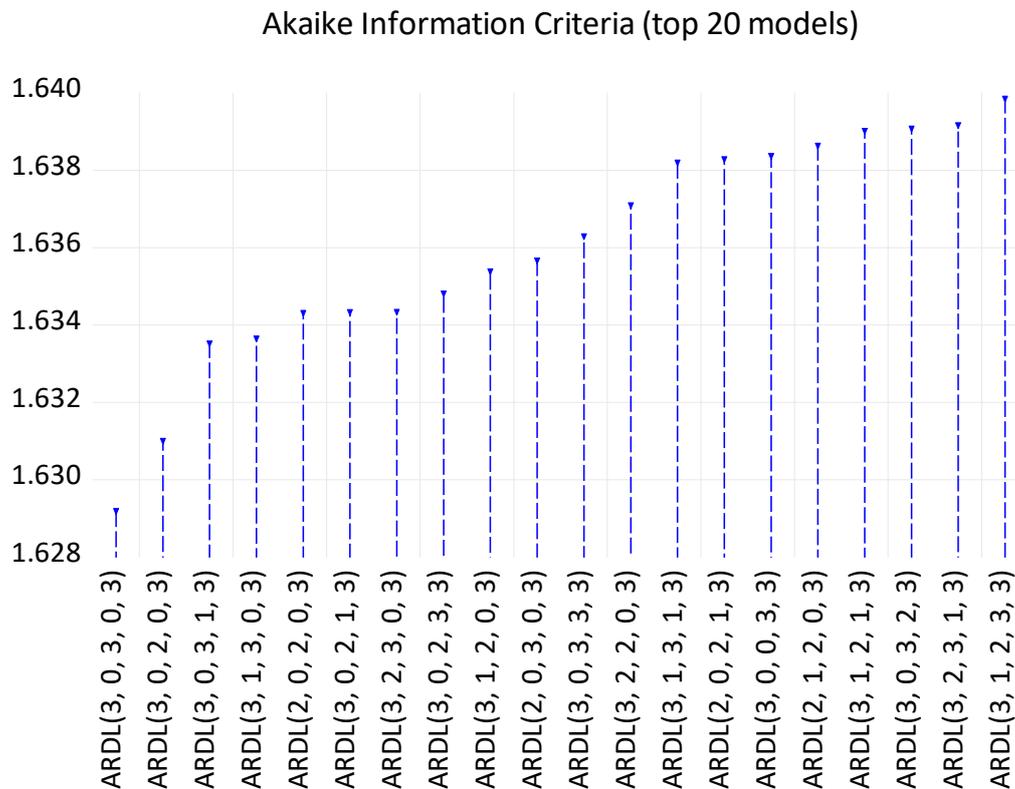
Tabel 3. Estimasi model ARDL

Variable	Coefficient	t-Statistic	Prob.*
ENCON(-1)	0.479	9.283	0.000*
ENCON(-2)	0.259	4.683	0.000*
ENCON(-3)	0.103	2.043	0.042*
PCOAL	-0.016	-4.363	0.000*
PCOIL	0.014	2.069	0.039*
PCOIL(-1)	0.013	1.258	0.209
PCOIL(-2)	-0.004	-0.394	0.694
PCOIL(-3)	-0.011	-1.598	0.111
PNG	0.000	-2.510	0.013*
POP	0.019	7.728	0.000*
POP(-1)	-0.047	-7.177	0.000*
POP(-2)	0.040	6.009	0.000*
POP(-3)	-0.012	-4.748	0.000*
C	-8.884	-4.524	0.000*
R-squared	0.981	F-statistic	1345.41
Adjusted R-squared	0.980	Prob(F-statistic)	0.000

Catatan: panjang lag maksimum adalah 3; Elemen bertanda bintang menandakan signifikan pada tingkat, paling tidak, 5%.

Dari keterbatasan ketersediaan data, dengan menggunakan *Akaike Information Criterion*, terpilih model ARDL(3,0,3,0,3), yakni model ARDL dengan lag 3,0,3,0, dan 3 untuk ARDL

ECON, PCOAL, PCOIL, PNG, dan POP. Model tersebut merupakan model terbaik dari 20 model yang telah diestimasi dengan menggunakan kriteria tersebut (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Pemilihan model menggunakan AIC

Untuk melihat kecukupan panjang *lag*, salah satu hal yang bisa dilakukan adalah dengan melihat keberadaan *autocorrelation*. Ketiadaan AC menandakan bahwa panjang *lag* sudah tepat. Tabel 4 menyarankan bahwa probabilitas *F-statistic* maupun probabilitas *chi-square* masing-masing lebih dari 5%, sehingga kita tidak bisa menolak H_0 bahwa tidak ada AC di dalam model tersebut.

Tabel 4. Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test

F-statistic	2.123670	Prob. F(4,340)	0.0775
Obs*R-squared	8.726376	Prob. Chi-Square(4)	0.0683

Null hypothesis: No serial correlation at up to 4 lags

Setelah mengevaluasi ketepatan panjang *lag*, langkah berikutnya adalah menguji keberadaan kointegrasi antar variabel di dalam model menggunakan *bound test*. Uji tersebut menyarankan keberadaan kointegrasi pada tingkat signifikansi 5%. Hal ini dapat dilihat dari nilai *F-statistic* sebesar 5,082 yang melebihi nilai $I(1)$ sebesar 3,49. Dengan keberadaan kointegrasi tersebut, maka langkah selanjutnya adalah estimasi model *conditional ECM*. Dapat dilihat bahwa baik model jangka pendek maupun jangka panjang menunjukkan bahwa semua variabel independen dalam berbagai lag berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

Tabel 5. F-Bound Test

Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
F-statistic	5.081736	10%	2.2	3.09
k	4	5%	2.56	3.49
		2.5%	2.88	3.87
		1%	3.29	4.37

Null Hypothesis: No levels relationship

Tabel 6. Conditional Error Correction Regression

Variable	Coefficient	t-Statistic	Prob.
C	-8.884	-4.524	0.000
ENCON(-1)*	-0.159	-4.832	0.000
PCOAL**	-0.016	-4.363	0.000
PCOIL(-1)	0.012	3.450	0.001
PNG**	0.000	-2.510	0.013
POP(-1)	0.000	4.841	0.000
D(ENCON(-1))	-0.362	-6.663	0.000
D(ENCON(-2))	-0.103	-2.043	0.042
D(PCOIL)	0.014	2.069	0.039
D(PCOIL(-1))	0.016	2.185	0.030
D(PCOIL(-2))	0.011	1.598	0.111
D(POP)	0.019	7.728	0.000
D(POP(-1))	-0.027	-6.506	0.000
D(POP(-2))	0.012	4.748	0.000

Tabel 7. Conditional Error Correction Regression: Persamaan Jangka Panjang

Variable	Coefficient	t-Statistic	Prob.
PCOAL	-0.102	-7.083	0.000
PCOIL	0.073	4.305	0.000
PNG	0.000	-2.359	0.019
POP	0.000	12.681	0.000
C	-56.007	-7.798	0.000

Error Correction Terms bisa dituliskan sebagai berikut:

$$EC = ENCON - (-0.1016*PCOAL + 0.0730*PCOIL - 0.0000*PNG + 0.0003*POP - 56.0069) \quad (8)$$

Kesimpulan dan Implikasi

Paper ini meneliti pengaruh berbagai harga energi serta ukuran populasi terhadap konsumsi energi di Amerika Serikat. Dengan menggunakan model ARDL tampak bahwa harga semua komponen energi yang dikonsumsi serta ukuran populasi menjadi penjelas yang baik terhadap perilaku konsumsi energi. Faktor *autoregressive* signifikan sampai dengan *lag* 3 menandakan bahwa perilaku konsumsi energi sangat dipengaruhi oleh konsumsi energi di masa lampau. Harga batubara, harga minyak mentah, dan harga gas alam hanya berpengaruh secara sejaman (*contemporaneous*). Ukuran populasi memiliki pengaruh baik sejaman maupun sampai dengan 3 *lag* di masa lampau.

Hasil estimasi dengan *conditional* ECM, dalam segmen estimasi model jangka panjang, mengkonfirmasi hasil dari model ARDL, tentu saja untuk *contemporaneous effect*, karena dalam model *conditional* ECM jangka panjang tidak ada *lag* yang diestimasi. Hasil estimasi *conditional* ECM jangka pendek memberikan hasil yang sesuai dengan teori dimana semua variabel berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

Daftar Pustaka

- Abid, M. (2020). The long-run and short-run effects of oil price on energy consumption in Tunisia: Evidence from structural breaks analysis. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 15(4), 252–277. <https://doi.org/10.1080/15567249.2020.1785054>
- Arora, V., & Shi, S. (2016). Energy consumption and economic growth in the United States. *Applied Economics*, 48(39), 3763–3773. <https://doi.org/10.1080/00036846.2016.1145347>
- Asafu-Adjaye, J. (2000). The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: Time series evidence from Asian developing countries. *Energy Economics*, 22(6), 615–625. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(00\)00050-5](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(00)00050-5)
- BP. (2021). Statistical Review of World Energy. *BP Energy Outlook*, 70, 8–20.
- Chang, T., Fang, W., & Wen, L. F. (2001). Energy consumption, employment, output, and temporal

- causality: Evidence from Taiwan based on cointegration and error-correction modelling techniques. *Applied Economics*, 33(8), 1045–1056. <https://doi.org/10.1080/00036840122484>
- Climont, F., & Pardo, A. (2007). Decoupling factors on the energy-output linkage: The Spanish case. *Energy Policy*, 35(1), 522–528. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.12.022>
- CNBC. (2021). *Krisis Energi Ancaman Baru Ekonomi*. <https://www.youtube.com/watch?v=YH0y-6TVBCc>
- Ewing, B. T., Sari, R., & Soytas, U. (2007). Disaggregate energy consumption and industrial output in the United States. *Energy Policy*, 35(2), 1274–1281. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.03.012>
- Fatai, K., Oxley, L., & Scrimgeour, F. G. (2004). Modelling the causal relationship between energy consumption and GDP in New Zealand, Australia, India, Indonesia, The Philippines and Thailand. *Mathematics and Computers in Simulation*, 64(3–4), 431–445. [https://doi.org/10.1016/S0378-4754\(03\)00109-5](https://doi.org/10.1016/S0378-4754(03)00109-5)
- Lee, C. C., & Chiu, Y. Bin. (2011). Nuclear energy consumption, oil prices, and economic growth: Evidence from highly industrialized countries. *Energy Economics*, 33(2), 236–248. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.07.001>
- Mahadevan, R., & Asafu-Adjaye, J. (2007). Energy consumption, economic growth and prices: A reassessment using panel VECM for developed and developing countries. *Energy Policy*, 35(4), 2481–2490. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.08.019>
- Parkin, M. (2014). *Economics, 11th ed.* Pearson Education, Inc.
- Payne, J. E. (2012). The causal dynamics between US renewable energy consumption, output, emissions, and oil prices. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 7(4), 323–330. <https://doi.org/10.1080/15567249.2011.595248>
- Pransuamitra, P. A. (2022). *Benua Biru Krisis Energi, Separah Apa Efeknya ke Ekonomi?* <https://www.youtube.com/watch?v=LpBg5FD6Fqo>
- Shepard, J. U., & Pratson, L. F. (2022). The myth of US energy independence. *Nature Energy*, 7(6), 462–464. <https://doi.org/10.1038/s41560-022-01053-2>
- Soytas, U., & Sari, R. (2007). The relationship between energy and production: Evidence from Turkish manufacturing industry. *Energy Economics*, 29(6), 1151–1165. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2006.05.019>
- Statista. (2022). *Primary energy consumption worldwide in 2021*. <https://www.statista.com/statistics/263455/primary-energy-consumption-of-selected-countries/#:~:text=China is the largest consumer,such as oil and coal.>
- Thoma, M. (2004). Electrical energy usage over the business cycle. *Energy Economics*, 26(3), 463–485. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2004.04.006>
- Wright, V. P. (1986). *World Energy Outlook*. 23–28.
- Zachariadis, T. (2007). Exploring the relationship between energy use and economic growth with bivariate models: New evidence from G-7 countries. *Energy Economics*, 29(6), 1233–1253. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2007.05.001>