

Analisis Kausalitas antara Produksi Listrik RE dengan CPI dan GDP di Indonesia

Yusri Syam Akil^{1,*}, Andi Abdul Halik Lateko²

¹Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jln. Poros Malino KM. 6, Gowa 92171 INDONESIA
Email: yusakil@unhas.ac.id

²Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
Jln. Sultan Alauddin No. 259, Makassar 90221 INDONESIA
Email: halik@unismuh.ac.id

Abstract- This paper aims to examine the causal relationship between electricity production from renewable energy (PRLE) with consumer price index (CPI) and gross domestic product (GDP) in Indonesia. To achieve this goal, a number of steps were carried out, including the unit root test, lag length test, cointegration test, and Granger causality test. The results of data analysis between 1971 and 2014 show that the variables considered in the stationary model are at the first-differences stage, and the optimal lag length for the proposed model is lag 4. The other main results show that there is a long-term relationship between the variables used. In addition, there is a two-way causal relationship between the PLRE variables with CPI and GDP. The interaction between renewable energy production, CPI, and GDP shows the link between energy and the economic system. This underscores the importance of a holistic approach to energy and economic policy-making, recognizing that decisions in one field may have impact on another.

Abstrak- Paper ini bertujuan mengkaji hubungan kausalitas antara produksi listrik dari *renewable energy* (PRLE) dengan *consumer price index* (CPI) dan *gross domestic product* (GDP) di Indonesia. Untuk mencapai tujuan tersebut, sejumlah tahapan dilakukan mencakup uji *unit root*, uji panjang lag, uji kointegrasi, dan uji kausalitas Granger. Hasil analisis data antara tahun 1971 sampai 2014 menunjukkan variabel yang dipertimbangkan dalam model stasioner pada tahap *first-differences* dan dengan panjang lag optimal untuk model yang diusulkan adalah pada lag 4. Hasil utama lainnya menunjukkan bahwa terdapat hubungan jangka panjang antara variabel yang dikaji. Selain itu terdapat hubungan kausalitas dua arah antara variabel PLRE dengan CPI dan GDP. Interaksi antara produksi energi terbarukan dengan CPI dan GDP menunjukkan keterkaitan antara energi dan sistem ekonomi. Hal ini menandakan pentingnya pendekatan holistik terhadap pembuatan kebijakan energi dan ekonomi dengan menyadari bahwa keputusan di satu bidang dapat mempengaruhi bidang lainnya.

Kata Kunci: Analisis kausalitas, produksi listrik RE, CPI, GDP, Indonesia.

I. PENDAHULUAN

Permintaan listrik dari tahun ke tahun semakin meningkat dibanyak tempat termasuk di Indonesia. Untuk menjaga kebersambungan dan kualitas pelayanan ke konsumen, keseimbangan permintaan dan produksi listrik pada sisi pembangkitan penting untuk dijaga setiap waktu. Terputusnya layanan listrik ke konsumen dapat memberikan berbagai

dampak negatif misalnya terhadap perekonomian sebagaimana akan mengganggu kegiatan di rumah, aktifitas atau layanan di tempat bisnis, termasuk proses produksi di industri. Selain itu akses terhadap layanan sosial, termasuk masalah keselamatan dan keamanan juga dapat terganggu [1,2].

Saat ini penggunaan bahan bakar fosil untuk penyediaan listrik cenderung dikurangi karena dikaitkan dengan sejumlah hal seperti semakin menipisnya cadangan yang ada, kenaikan harga bahan bakar termasuk isu lingkungan yang ditimbulkan. Oleh karena itu, porsi produksi listrik yang bersumber dari energi terbarukan (*renewable energy*) terus ditingkatkan untuk memenuhi beban listrik ke depan. Bagaimanapun sumber energi yang dimiliki suatu tempat dapat berbeda satu sama lain, oleh karena itu skema yang ditempuh dalam memproduksi listrik untuk memenuhi kebutuhan listrik juga dapat berbeda. Terkait hal ini, strategi penggabungan atau pendayagunaan berbagai sumber energi untuk pembangkitan listrik yang terdapat pada suatu tempat umum dilakukan. Di Indonesia, bauran energi baru dan terbarukan pembangkitan energi listrik ditargetkan sebesar 23% pada akhir tahun 2025 [3].

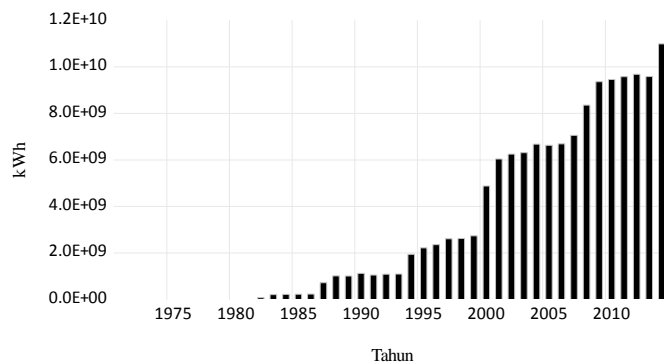
Sebagaimana penyediaan dan konsumsi listrik dapat dikaitkan dengan sejumlah hal seperti pertumbuhan ekonomi, emisi CO₂, dan besar investasi, oleh karena itu penting untuk mengetahui variabel-variabel yang dapat mempengaruhi penggunaan energi listrik pada suatu tempat. Sejumlah penelitian sebelumnya terkait konsumsi energi termasuk listrik dan ragam hubungannya dengan berbagai variabel menggunakan metode tertentu dapat ditemukan dalam [4-9]. Studi ini fokus untuk mengkaji hubungan kausalitas antara produksi listrik dari *renewable energy* (PRLE) diluar hidro dengan *consumer price index* (CPI) dan *gross domestic product* (GDP) di Indonesia. Analisis kausalitas Granger digunakan untuk mengeksplorasi potensi hubungan sebab akibat antara variabel-variabel yang ditinjau. Terkait variabel yang dipertimbangkan, CPI adalah sebuah indikator untuk mengukur perubahan harga yang dibayarkan oleh konsumen untuk sejumlah barang dan jasa yang mewakili dari waktu ke waktu [10]. CPI merupakan ukuran yang banyak digunakan untuk inflasi [10,11]. Pergerakannya mencerminkan tekanan inflasi atau deflasi dalam perekonomian dan berdampak pada daya beli konsumen dan kesehatan perekonomian secara keseluruhan. Sedangkan GDP berfungsi sebagai ukuran kinerja perekonomian suatu tempat. Ini merupakan total nilai barang dan jasa yang diproduksi di dalam batas negara selama periode

tertentu. Keterhubungan antara produksi listrik energi terbarukan, CPI, dan GDP mempunyai potensi untuk menjelaskan apakah perluasan penggunaan energi terbarukan dapat merangsang pertumbuhan ekonomi dan memitigasi tekanan inflasi atau sebaliknya. Temuan dari studi ini diharapkan dapat memberikan tambahan informasi tentang keterkaitan antara penerapan energi berkelanjutan, inflasi, dan pertumbuhan ekonomi secara utama bagi para pembuat kebijakan, investor, dan atau pemangku kepentingan dibidang energi dan ekonomi.

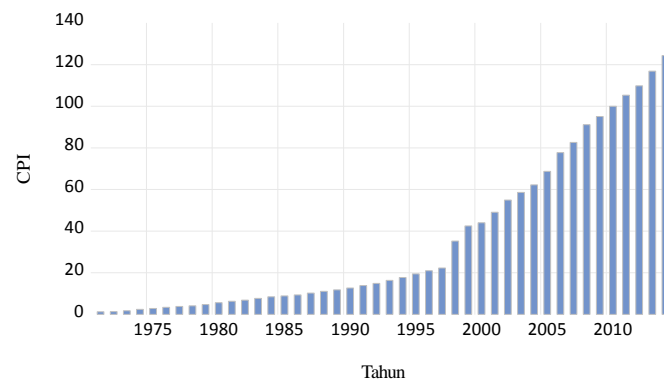
II. DATA DAN METODOLOGI

Data yang digunakan dalam studi ini adalah *world development indicators* dari database *world bank* mulai tahun 1971 hingga 2014 untuk mengidentifikasi sifat hubungan antara produksi listrik *renewable energy* (PLRE) dengan *consumer price index* (CPI) dan pertumbuhan ekonomi (GDP) di Indonesia. Data setiap variabel yang dianalisis secara grafis ditunjukkan pada Gambar 1 sampai 3.

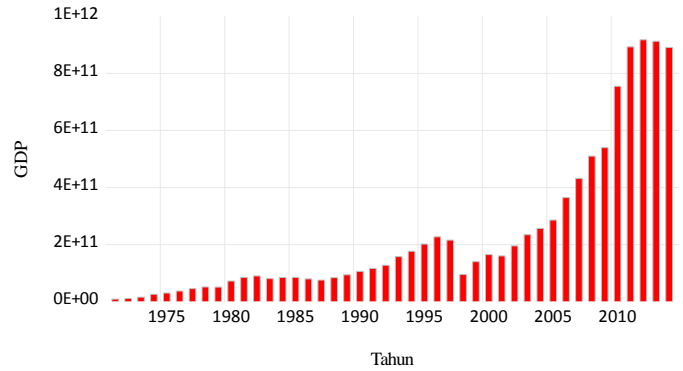
Bagan alir penelitian diberikan pada Gambar 4. Untuk melakukan analisis kointegrasi, deret data harus bersifat non-stasioner pada level 0 dan stasioner di level 1 atau lebih tinggi. Untuk itu, pengujian data dilakukan pada saat awal yang dikenal dengan uji *unit root* dengan menggunakan *Augmented Dickey Fuller* ADF dan *Phillips-Peron* (PP). Bentuk umum uji ADF diberikan oleh Persamaan (1) [12], sementara untuk uji PP diformulasikan dalam Persamaan (2) [13].



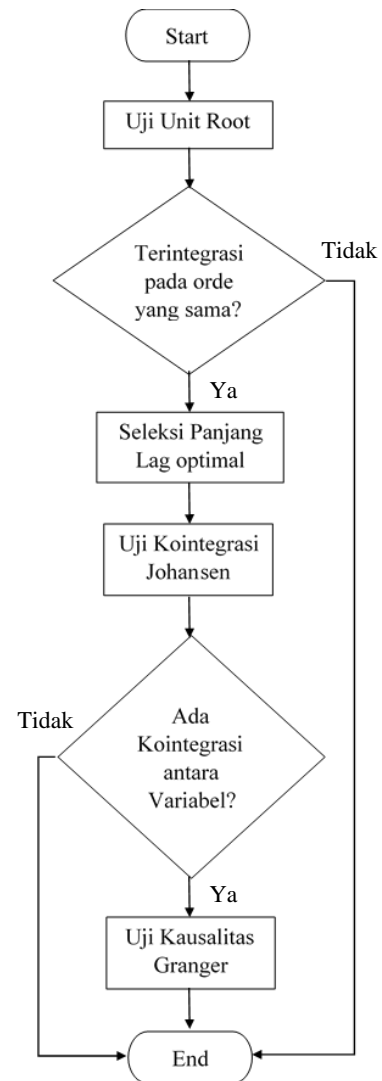
Gambar 1. Tipikal produksi listrik dari berbagai sumber energi terbarukan (tidak termasuk hidro) antara tahun 1971 sampai 2014.



Gambar 2. Nilai CPI antara tahun 1971 sampai 2014.



Gambar 3. Nilai GDP antara tahun 1971 sampai 2014.



Gambar 4. Bagan alir penelitian.

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^n \delta_j \Delta Y_{t-j} + e_t \tag{1}$$

$$\Delta Y_t = \alpha + Y_{t-1} + e_t \tag{2}$$

dimana, Y_t adalah variabel yang dipilih, Δ adalah operator *first-difference*, n adalah panjang *lag* optimal yang harus diidentifikasi, α , β , dan δ adalah parameter yang diestimasi,

dan e adalah *random error*. Jika $\beta = 0$, persamaan ini seluruhnya berada dalam *first-differences* dan variabelnya mengandung *unit-root (non-stationer)*. Jika $\beta \neq 0$, hipotesis nol yang menyatakan bahwa variabel memiliki *unit-root* dapat ditolak dan data dapat dikatakan stasioner. Ini ditentukan oleh nilai estimasi dari uji statistik ADF yang lebih besar dari 5%.

Setelah uji unit-root, uji kointegrasi dilakukan untuk melihat apakah ada hubungan jangka panjang antara variabel yang digunakan. Terkait hal ini, uji kointegrasi Johansen diterapkan dalam menentukan stabilitas termasuk hubungan jangka panjang antara variabel melalui trace test (Persamaan (3)) dan maximum eigen value test (Persamaan (4))[14]:

$$\lambda_{trace} = -T \sum_{i=r+1}^k \ln(1 - \lambda_i) \tag{3}$$

$$\lambda_{max} = -T \ln(1 - \lambda_{i+1}) \tag{4}$$

dimana, λ_{trace} adalah nilai uji *trace*, λ_{max} adalah maksimum nilai eigen, sementara T adalah ukuran sampel.

Pada tahap akhir, uji kausalitas Granger dilakukan untuk menyelidiki hubungan sebab akibat antara variabel di dalam model yang dapat berupa interaksi satu arah, dua arah atau tidak ada interaksi. Uji kausalitas Granger dinyatakan dengan persamaan berikut [15].

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m a_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^n \beta_j x_{t-j} + e_t \tag{5}$$

$$x_t = \omega_0 + \sum_{i=1}^m v_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^n \theta_j x_{t-j} + e_t \tag{6}$$

dimana, (x,y) adalah pasangan data runtut waktu yang diuji, m dan n adalah jumlah lag maksimum, dan e adalah *random error*.

III. HASIL DAN ANALISIS

A. Uji Unit Root

Hasil pengujian stasioneritas data diberikan pada Tabel 1. Sebagaimana terlihat dalam tabel tersebut, nilai ADF dan PP dari variabel-variabel yang dikaji tidak stasioner pada tahap level yang diindikasikan oleh *p-value* dari semua variabel lebih besar dari 0,05. Sementara untuk tahap *first-differences*, *p-value* semua variabel diperoleh kurang dari 0,05 mengkonfirmasi bahwa hipotesis nol yang menyatakan bahwa data tidak stasioner dapat ditolak pada level 5%. Hal ini mengindikasikan semua variabel yang dipertimbangkan dalam

Table 1. Hasil Uji Unit Root

Variabel	Level		First-differences	
	Nilai ADF	p-value	Nilai ADF	p-value
PLRE	2,0816	0,9999	-4,0958	0,0026*
CPI	6,2680	1,0000	-2,9461	0,0486*
GDP	0,5672	0,9871	-3,9822	0,0035*
Variabel	Level		First-differences	
	Nilai PP	p-value	Nilai PP	p-value
PLRE	2,5973	1,0000	-3,7435	0,0068*
CPI	5,2739	1,0000	-2,7532	0,0738**
GDP	2,1105	0,9999	-3,9828	0,0035*

*Signifikan pada level 5%, **Signifikan pada level 10%.

model (PLRE, CPI, dan GDP) telah stasioner pada tahap *first-differences*.

B. Uji Panjang Lag

Seleksi panjang lag yang optimal diperlukan untuk mendapatkan model terbaik. Untuk itu sejumlah uji panjang lag

diimplementasikan mencakup *Sequential Modified LR Test Statistic (LR)*, *Final Prediction Error (FPE)*, *Akaike Information Criterion (AIC)*, and *Schwarz Criterion (SC)*. Hasil dari setiap seleksi lag diberikan pada Tabel 2. Berdasarkan tabel tersebut terlihat panjang lag optimal untuk model yang diusulkan ada pada lag 4. Ini ditunjukkan dengan nilai terendah dari FPE dan AIC didapatkan pada lag 4. Adapun panjang lag optimal untuk LR terdapat pada lag 3, sedangkan SC berada pada lag 1. Hasil dari panjang lag optimal dan uji stasioneritas data inilah yang digunakan untuk tahap selanjutnya.

Table 2. Hasil dari Kriteria Panjang Lag

Lag	LR	FPE	AIC	SC
1	303,9486	1,35e+39	98,6112	99,1231 ^a
2	20,3866	1,14e+39	98,4357	99,3314
3	27,8684 ^a	7,10e+38	97,9362	99,2159
4	13,2711	7,06e+38 ^a	97,8873 ^a	99,5509
5	8,8584	8,21e+38	97,9637	100,0112

^aLag order untuk model.

C. Uji Kointegrasi

Hasil uji kointegrasi diberikan pada Tabel 3. Nilai trace statistik dan statistik eigen maksimum yang diperoleh menunjukkan bahwa hipotesis nol (tidak ada hubungan jangka panjang) ditolak pada taraf signifikansi 5% atau ada hubungan kointegrasi yang terdapat hanya di $R = 0$ sebagaimana *p-value* yang diperoleh lebih kecil dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa variabel yang dianalisis bergerak dengan kecenderungan yang sama dalam jangka waktu yang lama. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa PLRE, CPI, dan GDP di Indonesia memiliki hubungan jangka panjang.

Table 3. Hasil Uji Kointegrasi

Hip. nol	Trace statistics		Nilai eigen maks.	
	t-statistik	p-value	Statistik eigen maks.	p-value
*R = 0	35,9608	0,0086	22,0340	0,0373
**R ≤ 1	13,9267	0,0850	13,7390	0,0604
***R ≤ 2	0,1877	0,6648	0,1877	0,6648

*Jumlah kointegrasi 0; ** Jumlah kointegrasi paling banyak 1; *** Jumlah kointegrasi paling banyak 2.

D. Uji Kausalitas Granger

Hasil uji kausalitas ditunjukkan pada Tabel 4. Pada tingkat signifikansi 5%, variabel PLRE dan CPI memiliki hubungan sebab akibat yang bersifat dua arah. Variabel PLRE berpengaruh signifikan terhadap CPI yang ditunjukkan dengan probabilitas F-statistik lebih kecil dari 0,05 yaitu 4×10^{-6} (hipotesis nol ditolak). Begitu pula dengan variabel lainnya, yaitu PLRE dan GDP mempunyai hubungan sebab akibat dua arah. Sedangkan untuk CPI dan GDP, kedua variabel tersebut mempunyai hubungan sebab akibat yang searah dari CPI terhadap GDP sebagaimana nilai probabilitas F-statistik tidak melebihi 0,05. Hal ini menegaskan penggunaan listrik RE merupakan salah satu faktor utama peningkatan CPI dan GDP. Oleh karena itu, peran pemangku kepentingan untuk

memberikan akses yang lebih luas atau mengurangi hambatan dalam pemanfaatan energi terbarukan menjadi penting untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang tinggi. Selain itu, pertumbuhan ekonomi juga mempengaruhi harga.

Table 4. Hasil dari Uji Kausalitas

No	Hipotesis Nol	F-Statistik	Prob.
1	CPI tidak menyebabkan Granger PLRE	12,2923	4e-06*
2	PLRE tidak menyebabkan Granger CPI	3,1142	0,0290*
3	GDP tidak menyebabkan Granger PLRE	10,0815	2e-05*
4	PLRE tidak menyebabkan Granger GDP	3,8584	0,0117*
5	GDP tidak menyebabkan Granger CPI	1,2417	0,3138
6	CPI tidak menyebabkan Granger GDP	3,5664	0,0167*

*Signifikan pada level 5%.

IV. KESIMPULAN

Studi ini menyajikan analisis kausalitas terkait produksi listrik RE (PLRE) terhadap *consumer price index* (CPI), dan *gross domestic product* (GDP) di Indonesia menggunakan data tahunan dari tahun 1971 hingga 2014. Berdasarkan hasil analisis yang didasarkan sejumlah tahapan mencakup uji unit root, uji panjang lag, uji kointegrasi Johansen, dan uji kausalitas Granger dapat disimpulkan bahwa seluruh variabel yang ditinjau di dalam model mempunyai hubungan jangka panjang. Hasil penting lainnya menunjukkan bahwa antara variabel PLRE dengan CPI dan GDP terdapat hubungan sebab akibat yang bersifat dua arah. Sementara untuk variabel CPI dan GDP memiliki hubungan sebab akibat yang hanya bersifat satu arah yaitu dari CPI terhadap GDP. Informasi yang dikemukakan dalam studi ini dapat berguna dalam pengambilan kebijakan terkait pengembangan pembangkit energi terbarukan yang tidak hanya penting dalam menekan isu lingkungan tetapi juga dalam mendorong pertumbuhan ekonomi di Indonesia.

REFERENSI

[1] K. -Y. Wu, Y. -H. Huang, dan J. -H. Wu, "Impact of electricity shortages during energy transitions in Taiwan," *Energy*, vol. 151(15), pp. 622-632, 2018.

[2] P. Nduhuura, M. Garschagen, dan A. Zerga, "Impacts of electricity outages in urban households in developing countries: A case of Accra, Ghana," *Energies*, vol. 14, pp. 1-26, 2021.

[3] PT. PLN, "Rencana usaha penyediaan tenaga listrik (RUPTL) PT. PLN Persero tahun 2021-2030," <https://web.pln.co.id/static/uploads/2021/10/ruptl-2021-2030.pdf>.

[4] A. Bashir, K. M. H. Thamrin, M. Farhan, Mukhlis, dan D. P. Atiyatna, "The causality between human capital, energy Consumption, CO2 emissions, and economic growth: Empirical evidence from Indonesia," *International Journal of Energy Economics and Policy*, vol. 9(2), hal. 98-104, 2019.

[5] T. Bunnag, "Causality relationship between electricity consumption and economic growth in Indonesia and Thailand," *International Journal of Energy Economics and Policy*, vol. 10(6), hal. 266-271, 2020.

[6] M. Belloumi, "Energy consumption and GDP in Tunisia: Cointegration and causality analysis," *Energy Policy*, vol. 37, hal. 2745-2753, 2009.

[7] M. Shahbaz, Q. M. A. Hye, A. K. Tiwari, dan N. C. Leitão, "Economic growth, energy consumption, financial development, international trade and CO2 emissions in Indonesia," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 25, hal. 109-121, 2013.

[8] Y. S. Akil, A. A. H. Lateko, dan A. Rahim, "Hydroelectricity consumption, power losses and economic performance in Indonesia," *AIP Conference Proceedings*, vol. 2097, hal. 030024-1-030024-5, 2019.

[9] G. Altinay, dan E. Karagol, "Electricity consumption and economic growth: Evidence from Turkey," *Energy Economics*, Vol. 27, hal. 849-856, 2005.

[10] K. J. Saravananaraj, L. Gerardo, dan S. Sivamani, "Empirical modelling of consumer price index of electricity and percentage inflation for Dhofar governorate in Sultanate of Oman," *Asian Journal of Applied Business and Management*, vol. 1(1), hal. 53-62, 2022.

[11] P. Gooding, "Consumer prices index and retail prices index: the 2011 basket of goods and services," *Economic & Labour Market Review*, vol. 5(4), hal. 96-107, 2021.

[12] Y.-W. Cheung, dan K. S. Lai, "Lag order and critical values of the augmented Dickey-Fuller test," *Journal of Business & Economic Statistics*, vol. 13(3), hal. 277-280, 1995.

[13] P. C. P. Phillips, dan P. Perron, "Testing for a unit root in time series regression," *Biometrika*, vol. 75(2), hal. 335-346, 1988.

[14] S. Johansen, dan K. Juselius, "Maximum likelihood estimation and inference on cointegration - with application to the demand for money", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 52(2), hal. 169-210, 1990.

[15] C. W. J. Granger, "Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods", *Econometrica*, vol. 37(3), hal. 424-438, 1969.