

KAUSALITAS ANTARA KONSUMSI LISTRIK DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHINYA: ASEAN-5

Dania Hellin Amrina¹, Mudrajad Kuncoro²

¹Universitas Pembangunan Nasional “Veteran Yogyakarta

²Universitas Gadjah Mada

dania.hellin@upnyk.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan kausalitas antara konsumsi listrik dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di negara ASEAN-5, yaitu Indonesia, Malaysia, Filipina, Singapura, dan Thailand periode 1971-2014. Variabel penelitian adalah konsumsi listrik, PDB per kapita, urbanisasi, nilai tambah industri, dan inflasi. Data runtut waktu dan panel digunakan untuk model penelitian menggunakan metode analisis kausalitas Granger yang dimodifikasi dengan *Error Correction Model* (ECM). Hasil analisis menggunakan data runtut waktu 5 negara menunjukkan bahwa adanya hubungan kausalitas yang berbeda-beda, baik dalam jangka panjang maupun jangka pendek. Jika data panel yang digunakan, hasil yang diperoleh adalah terdapat hubungan satu arah dari PDB terhadap konsumsi listrik dan dari nilai tambah industri terhadap konsumsi listrik, serta terdapat hubungan kausalitas dua arah antara konsumsi listrik dan urbanisasi serta antara konsumsi listrik dan inflasi. Temuan-temuan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kebijakan, baik di bidang ketenagalistrikan, maupun kebijakan untuk pengembangan daerah dengan faktor-faktor PDB per kapita, industri, inflasi, dan penduduk sangat diperlukan.

Kata Kunci : Konsumsi Listrik, Kausalitas Granger, ECM, ASEAN-5

ABSTRACT

This study aims to analyze the causality relationship between electricity consumption and the factors that affect it in ASEAN-5 countries, namely Indonesia, Malaysia, Philippines, Singapore, and Thailand period 1971-2014. The research variables are electricity consumption, GDP per capita, urbanization, industry value added, and inflation. Time series and panel data are used for research model using Granger causality analysis method which is modified by Error Correction Model (ECM). The results of the analysis using time series data of 5 countries indicate that the causality relationship are mixed both in the long term and short term. If the panel data is used, the results indicate that there is an uni-directional relationship from GDP to electricity consumption and from industry value added to electricity consumption, and a bi-directional causality relationship between electricity consumption and urbanization and between electricity consumption and inflation. The findings in this study indicate that policies, both in the electricity sector, as well as policies for regional development with factors of GDP per capita, industry, inflation, and population are needed.

Keywords : *Electricity Consumption, Granger Causality, ECM, ASEAN-5.*

1. PENDAHULUAN

Energi terutama energi listrik, berperan untuk memperbaiki standar hidup masyarakat di negara berpendapatan rendah dan menengah. Energi listrik menjadi kunci tersedianya pencahayaan yang efisien, fasilitas memasak, sanitasi, kesehatan, serta transportasi dan komunikasi (*World Development Indicators*, 2016). Selain itu, energi listrik berperan penting dalam percepatan pembangunan ekonomi suatu negara. Sektor listrik sebagai input produksi dan memiliki efek multiplier yang tinggi untuk memfasilitasi dan merangsang perkembangan sektor ekonomi lainnya (Adam dan Sambodo, 2015). Asosiasi Negara-negara Asia Tenggara (ASEAN) yang terdiri dari Brunei Darussalam, Kamboja, Indonesia, Laos, Malaysia, Myanmar, Filipina, Singapura, Thailand, dan Vietnam telah membuat kemajuan sejak didirikan pada tahun 1967. ASEAN menjadi platform perdagangan yang semakin terorganisir, dinamis, serta kreatif dan mengalami pertumbuhan ekonomi yang tercepat di dunia (*The ASEAN Secretariat*, 2015).

Permintaan energi listrik meningkat seiring meningkatnya tingkat urbanisasi dan perubahan struktural perekonomian dari sektor pertanian menjadi sektor manufaktur dan jasa, bahkan diperkirakan akan terus meningkat dalam dekade mendatang dan sektor industri akan memimpin pertumbuhan permintaan energi listrik (*International Energy Agency* (IEA), 2015). ASEAN kini memiliki pengaruh yang semakin penting terhadap tren energi dunia. Pertumbuhan ekonomi dan demografis yang tumbuh cepat menyebabkan permintaan energi di Asia Tenggara meningkat. Tahun 2040 diperkirakan tumbuh sebesar 80 persen seiring dengan ekonomi regional yang tumbuh besar tiga kali lipat dan tingkat populasi yang mencapai 760 juta.

ASEAN menyadari pertumbuhan dan perkembangan ekonomi regional harus didukung oleh infrastruktur listrik yang efisien. Dibutuhkan investasi besar dan kerja sama dengan berbagai pihak, khususnya antar negara ASEAN dalam upaya peningkatan pembangkit energi listrik untuk memenuhi permintaan energi listrik. Sebagai pasar negara berkembang, Negara-negara ASEAN-5 (Indonesia, Malaysia, Filipina, Singapura, dan

Thailand) telah mencatat pertumbuhan ekonomi yang sehat dipicu oleh ekonomi yang kuat, industrialisasi, dan pertumbuhan populasi yang cepat, permintaan energi listrik juga meningkat. Meskipun demikian, upaya untuk mengurangi kesenjangan permintaan dan penawaran sering menimbulkan tantangan. Tingkat konsumsi energi berbeda di setiap negara disebabkan faktor-faktor, seperti tingkat Produk Domestik Bruto (PDB), struktur industri, gaya hidup, lokasi geografis, dan harga energi, terutama harga energi relatif (Phoumin dan Kimura, 2014). (Lin, 2003) menyatakan bahwa, permintaan energi listrik secara umum ditentukan oleh beberapa faktor utama seperti PDB, harga, perubahan struktural perekonomian, dan populasi. PDB dianggap sebagai penentu terpenting konsumsi listrik.

Beberapa studi empiris menunjukkan adanya hubungan signifikan dan korelasi positif yang stabil antara PDB dan konsumsi listrik. Permintaan energi di Asia Tenggara berkorelasi dengan aktivitas perekonomiannya. Penelitian (Krugman, 1991) telah membuktikan bahwa konsentrasi industrialisasi cenderung berlokasi di daerah yang padat penduduk. Industri akan memberikan kontribusi yang besar terhadap pertumbuhan ekonomi, hal ini akan berdampak pada peningkatan produksi yang nantinya akan meningkatkan penggunaan energi listrik (Harsono dan Kuncoro, 2013). Kemampuan di tiap negara dalam meningkatkan teknologi mesin untuk mengembangkan sektor industri mereka bervariasi dalam intensitas pemanfaatan energi (Shahbaz dan Lean, 2012).

Konsumsi energi dan/atau energi listrik memainkan peran penting dalam pembangunan ekonomi negara dan telah menjadi fokus dari banyak penelitian yang terlibat dalam literatur ekonomi energi (Bildirici, 2013). (Kraft, J., 1978) menemukan bukti yang mendukung adanya hubungan kausalitas dari pendapatan terhadap konsumsi energi di Amerika Serikat dengan menggunakan data periode 1947-1974. Penelitian ini dipercaya merupakan awal dari penelitian mengenai hubungan antara konsumsi energi dengan pertumbuhan ekonomi. Pendapatan adalah unsur konsumsi listrik yang paling penting. Kenaikan tingkat pendapatan meningkatkan daya beli dan pada akhirnya

menghasilkan kenaikan permintaan (Alter dan Syed, 2011).

Pertumbuhan populasi di suatu daerah atau negara mempengaruhi tingkat penggunaan energi, khususnya listrik. Rasio elektrifikasi penduduk perkotaan di ASEAN-5 berdasarkan data (*International Energy Agency (IEA)*, 2016), lebih tinggi dibandingkan rasio elektrifikasi di penduduk perdesaan dengan persentase di atas 90 persen. Aktivitas ekonomi terkonsentrasi di pusat-pusat perkotaan yang bertanggungjawab atau sebagian besar listrik yang dikonsumsi negara. Infrastruktur yang baik merupakan salah satu faktor meningkatnya migrasi.

(*International Energy Agency (IEA)*, 2017) menyatakan bahwa, tingkat elektrifikasi nasional dan pertumbuhan ekonomi ASEAN-5 meningkat seiring dengan meningkatnya urbanisasi, industri, dan populasi. Dua per tiga kenaikan listrik di ASEAN berasal dari sektor perumahan dan jasa, sebagian besar dari kelas menengah perkotaan. Permintaan energi listrik di sektor industri sebagian besar disebabkan karena industri ringan yang menjadi kegiatan andalan. Sektor industri menyumbang 40 persen selama 16 tahun terakhir.

(Yoo, 2006) dalam penelitiannya mengenai hubungan kausalitas antara konsumsi listrik dan PDB riil per kapita pada ASEAN-4 (Indonesia, Malaysia, Singapura, dan Thailand) tahun 1971-2002, menunjukkan bahwa terdapat hubungan dua arah antara konsumsi listrik dan PDB riil per kapita, namun hanya di Malaysia dan Singapura. Hubungan pada kedua arah pada konsumsi listrik dan PDB riil per kapita harus signifikan terhadap kebijakan. Jika terjadi hubungan satu arah dari konsumsi listrik terhadap PDB riil per kapita, maka penurunan konsumsi listrik dapat menyebabkan penurunan PDB riil per kapita. Di sisi lain, jika terjadi hubungan satu arah dari PDB riil per kapita terhadap konsumsi listrik, maka kebijakan untuk mengurangi konsumsi listrik dapat diimplementasikan dengan sedikit atau bahkan tidak berdampak buruk terhadap PDB riil per kapita. Sebaliknya, jika hubungan kausalitas dua arah ditemukan, maka PDB riil per kapita mendorong naiknya tingkat konsumsi listrik,

begitu pula sebaliknya. Semakin tinggi konsumsi listrik dapat menyebabkan terjadinya PDB riil per kapita. Terakhir, tidak ada hubungan kausalitas di kedua arah menunjukkan bahwa kebijakan untuk meningkatkan atau mengurangi konsumsi listrik tidak mempengaruhi PDB riil per kapita dan peningkatan pendapatan riil mungkin tidak mempengaruhi konsumsi listrik.

(Lee, 2005) di negara-negara berkembang dan (Ashraf, Javid and Javid, 2013) di Pakistan memberikan hasil bahwa hanya terdapat hubungan satu arah dari konsumsi listrik terhadap pertumbuhan ekonomi. Hasil penelitian (Chen, Kuo dan Chen, 2007) di sepuluh negara Asia memberikan hasil bahwa terdapat hubungan satu arah dari PDB riil per kapita terhadap konsumsi listrik jika menggunakan data tunggal dan terdapat hubungan dua arah antara konsumsi listrik dan PDB riil per kapita jika menggunakan data panel.

(Mozumder dan Marathe, 2007) menyatakan bahwa berbagai penelitian terdahulu memberikan hasil yang bervariasi dan terfokus pada hubungan kausalitas antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi yang tidak konklusif memberikan rekomendasi kebijakan yang dapat diterapkan antar negara. (Yoo, 2005) menyatakan bahwa, secara keseluruhan hasil penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ada hubungan yang kuat, namun tidak selalu bersifat "kausal" antara PDB riil per kapita dengan konsumsi listrik. Hubungan mungkin terjadi dari konsumsi listrik terhadap PDB riil per kapita dan/atau dari PDB riil per kapita terhadap konsumsi listrik. Perlu adanya investigasi lebih jauh dengan menggunakan variabel-variabel lain, mengingat adanya ketimpangan antara permintaan dan penawaran tenaga listrik. Meningkatnya konsumsi listrik yang diiringi dengan cepatnya pertumbuhan ekonomi, mengindikasikan bahwa negara-negara ASEAN khususnya dalam penelitian ini ASEAN-5 (Indonesia, Malaysia, Filipina, Singapura, dan Thailand), harus berusaha keras untuk menganalisis hubungan kausal antara konsumsi listrik dan faktor-faktor lain yang mempengaruhinya untuk membuat kebijakan listrik yang tepat.

2. METODE

Data yang digunakan adalah data konsumsi listrik per kapita (KL) yang dinyatakan dalam satuan *kilowatt hour* (kwh), data PDB riil per kapita (PDB) sebagai proksi dari pertumbuhan ekonomi yang dinyatakan dalam harga konstan tahun 2010, data urbanisasi (UP) yang dinyatakan dalam juta jiwa, data nilai tambah industri (INDUS) yang dinyatakan dalam harga konstan 2010, dan data inflasi (INF) sebagai proksi dari harga yang dinyatakan dalam persentase periode 1971-2014 di ASEAN-5 (Indonesia, Malaysia, Filipina Singapura, dan Thailand). Periode, unit analisis, dan variabel yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan ketersediaan data yang diperoleh dari *World Development Indicators* yang dipublikasikan *World Bank* (World Bank, 2023) dan dianalisis menggunakan metode analisis kausalitas Granger dengan modifikasi ECM.

Model persamaan kausalitas Granger modifikasi ECM dengan memasukkan *error correction term* yang kemudian dimodifikasi dengan menambahkan variabel urbanisasi, nilai tambah industri, dan inflasi dengan tujuan untuk mengetahui hubungan kausalitas antara variabel-variabel yang mempengaruhi konsumsi listrik di ASEAN-5.

Model kausalitas Granger dari konsumsi listrik ke PDB

$$\Delta KL_t = \alpha_{10} + \sum_{i=1}^{q_{11}} \alpha_{11i} \Delta KL_{t-i} + \sum_{j=1}^{q_{12}} \alpha_{12j} \Delta PDB_{t-j} + \alpha_{13} \varepsilon_{t-1} + u_{1t} \quad (1)$$

Model kausalitas Granger dari PDB ke konsumsi listrik

$$\Delta PDB_t = \alpha_{20} + \sum_{i=1}^{q_{21}} \alpha_{21i} \Delta PDB_{t-i} + \sum_{j=1}^{q_{22}} \alpha_{22j} \Delta KL_{t-j} + \alpha_{23} \varepsilon_{t-1} + u_{2t} \quad (2)$$

Model kausalitas Granger dari konsumsi listrik ke urbanisasi

$$\Delta KL_t = \alpha_{30} + \sum_{i=1}^{q_{31}} \alpha_{31i} \Delta KL_{t-i} + \sum_{j=1}^{q_{32}} \alpha_{32j} \Delta UP_{t-j} + \alpha_{33} \varepsilon_{t-1} + u_{3t} \quad (3)$$

Model kausalitas Granger dari urbanisasi ke konsumsi listrik

$$\Delta UP_t = \alpha_{40} + \sum_{i=1}^{q_{41}} \alpha_{41i} \Delta UP_{t-i} + \sum_{j=1}^{q_{42}} \alpha_{42j} \Delta KL_{t-j} + \alpha_{43} \varepsilon_{t-1} + u_{4t} \quad (4)$$

Model kausalitas Granger dari konsumsi listrik ke nilai tambah industri

$$\Delta KL_t = \alpha_{50} + \sum_{i=1}^{q_{51}} \alpha_{51i} \Delta KL_{t-i} + \sum_{j=1}^{q_{52}} \alpha_{52j} \Delta INDUS_{t-j} + \alpha_{53} \varepsilon_{t-1} + u_{5t} \quad (5)$$

Model kausalitas Granger dari nilai tambah industri ke konsumsi listrik

$$\Delta INDUS_t = \alpha_{60} + \sum_{i=1}^{q_{61}} \alpha_{61i} \Delta INDUS_{t-i} + \sum_{j=1}^{q_{62}} \alpha_{62j} \Delta KL_{t-j} + \alpha_{63} \varepsilon_{t-1} + u_{6t} \quad (6)$$

Model kausalitas Granger dari konsumsi listrik ke inflasi

$$\Delta KL_t = \alpha_{70} + \sum_{i=1}^{q_{71}} \alpha_{71i} \Delta KL_{t-i} + \sum_{j=1}^{q_{72}} \alpha_{72j} \Delta INF_{t-j} + \alpha_{73} \varepsilon_{t-1} + u_{7t} \quad (7)$$

Model kausalitas Granger dari inflasi ke konsumsi listrik

$$\Delta INF_t = \alpha_{80} + \sum_{i=1}^{q_{81}} \alpha_{81i} \Delta INF_{t-i} + \sum_{j=1}^{q_{82}} \alpha_{82j} \Delta KL_{t-j} + \alpha_{83} \varepsilon_{t-1} + u_{8t} \quad (8)$$

di mana:

- KL : konsumsi listrik per kapita
- PDB : PDB riil per kapita
- UP : penduduk perkotaan (urbanisasi)
- INDUS : nilai tambah industri
- INF : inflasi
- Δ : differensi operator
- q : jumlah lag
- α : parameter yang di estimasi
- u : the serially uncorrected error terms
- u_{t-1} : error correction term

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil uji *unit root (single country) intercept dan trend*

Negara	Variabel	ADF (<i>Augmented Dickey Fuller</i>)						Kesimpulan
		<i>Intercept & Trend (Time Fixed Effects)</i>						
		Lag	I(0)	Lag	I(1)	Lag	I(2)	
Indonesia	KL	0	-0.378490 (0.9853)	4	-7.621088 (0.0000)*	5	-6.987645 (0.0000)*	I(1)
	PDB	1	-2.562810 (0.2984)	0	-4.800078 (0.0020)*	1	119.637 (0.0000)*	I(1)
	UP	1	-0.398660 (0.9844)	0	-2.134383 (0.5123)	0	-5.803578 (0.0001)*	I(2)
	INDUS	1	-2.249100 (0.4513)	0	-5.116198 (0.0008)*	1	-7.850054 (0.0000)*	I(1)
	INF	0	-5.096860 (0.0008)*	1	-7.659494 (0.0000)*	3	-6.069700 (0.0001)*	I(1)
Malaysia	KL	9	0.614956 (0.9992)	8	-1.417057 (0.0658)**	9	-3.025063 (0.1413)	I(1)
	PDB	1	-2.424118 (0.3625)	0	-5.702893 (0.0001)*	1	-8.546997 (0.0000)*	I(1)
	UP	1	-0.738863	0	-1.205046	0	-5.197605	I(1)

			(0.9632)		(0.8965)		(0.0007)*	
	INDUS	0	-0.656896 (0.9700)	0	-5.889730 (0.0001)*	2	-6.823044 (0.0000)*	I(1)
	INF	0	-6.375417 (0.0000)*	9	-12.49620 (0.0000)*	6	-4.629446 (0.0038)*	I(1)
Filipina	KL	0	-2.193050 (0.4812)	0	-6.237398 (0.0000)*	4	-4.970190 (0.0014)*	I(1)
	PDB	2	-0.668708 (0.9688)	3	-3.341299 (0.0746)**	4	-5.136534 (0.0009)*	I(1)
	UP	1	-1.832447 (0.6710)	1	-2.085187 (0.5384)	0	-4.930501 (0.0014)*	I(2)
	INDUS	1	-2.473461 (0.3390)	3	-3.230569 (0.0935)**	4	-5.061118 (0.0011)*	I(1)
	INF	1	-6.254499 (0.0000)*	8	-3.682384 (0.0374)*	8	-3.734178 (0.0338)*	I(1)
Singapura	KL	8	1.923979 (1.0000)	7	-3.273132 (0.0874)**	8	-3.592388 (0.0460)*	I(1)
	PDB	2	-1.071739 (0.9216)	1	-6.643638 (0.0000)*	8	-3.614744 (0.0438)*	I(1)
	UP	1	-3.516178 (0.0505)**	1	-3.868349 (0.0226)*	4	-4.646617 (0.0034)*	I(1)
	INDUS	1	-3.1028654 (0.3168)	8	-3.905969 (0.0227)*	9	-3.184731 (0.1054)	I(1)
	INF	6	-1.193806 (0.8972)	5	-4.888815 (0.0018)*	7	-3.745085 (0.0326)*	I(1)
Thailand	KL	1	-0.327301 (0.9872)	0	-4.173241 (0.0105)*	0	-8.592330 (0.0000)*	I(1)
	PDB	1	-1.629144 (0.7642)	0	-4.037627 (0.0148)*	0	-8.058860 (0.0000)*	I(1)
	UP	1	-3.583318 (0.0435)*	1	-1.970046 (0.5998)	0	-4.610352 (0.0034)*	I(2)
	INDUS	1	-0.756930 (0.9616)	0	-4.376038 (0.0063)*	0	-8.943526 (0.0000)*	I(1)
	INF	0	-4.698342 (0.0025)*	0	-6.760155 (0.0000)*	6	-4.833325 (0.0022)*	I(1)

Catatan: Variabel KL, PDB, UP, dan INDUS dalam logaritma natural; I(0) menunjukkan *Level*; I(1) menunjukkan *first difference*; I(2) menunjukkan *second difference*; * merupakan bahwa hipotesis nol dari akar unit ditolak pada signifikansi 5 %; ** merupakan bahwa hipotesis nol dari akar unit ditolak pada signifikansi 10%; Angka dalam kurung merupakan *p-value*; panjang *lag* dipilih berdasarkan AIC.

Sumber: Data diolah, 2023

Tabel 2. Hasil uji *unit root ASEAN-5 intercept dan trend*

Negara	Variabel	ADF- Fisher Chi-Square			Kesimpulan
		<i>Time Fixed Effects</i>			
		I(0)	I(1)	I(2)	
ASEAN-5	KL	1.51947 (0.9989)	69.9570 (0.0000)*	86.6507 (0.0000)*	I(1)
	PDB	5.21258 (0.8765)	67.0835 (0.0000)*	117.819 (0.0000)*	I(1)
	UP	13.1458 (0.2156)	11.3925 (0.3278)	68.9325 (0.0000)*	I(2)
	INDUS	7.87237 (0.6413)	55.4611 (0.0000)*	116.819 (0.0000)*	I(1)
	INF	69.8941 (0.0000)*	230.754 (0.0000)*	43.0934 (0.0000)*	I(0)

Catatan: Variabel KL, PDB, UP, dan INDUS dalam logaritma natural; I(0) menunjukkan *Level*; I(1) menunjukkan *first difference*; I(2) menunjukkan *second difference*; * merupakan bahwa hipotesis nol dari akar unit ditolak pada signifikansi 5 %; Angka dalam kurung merupakan *p-value*; panjang *lag* dipilih berdasarkan AIC.

Sumber: Data diolah, 2023

Tabel 3. Hasil uji kointegrasi (*single country*)

Negara	Variabel	Ho	Johansen Test Statistic		Kointegrasi
			Max-Eigen	Trace	
Indonesia	KL dan PDB	r=0	5.355495	6.654289	Tidak
		r≤1	1.298794	1.298794	
	KL dan UP	r=0	16.95503*	27.00699*	Ya
		r≤1	10.05195*	10.05195*	

Malaysia	KL dan INDUS	$r=0$	14.80609*	18.08019*	Ya
		$r \leq 1$	3.274107	3.274107	
	KL dan INF	$r=0$	12.33698*	22.20808*	Ya
		$r \leq 1$	9.871098	9.871098	
	KL dan PDB	$r=0$	14.58648*	17.17888*	Ya
		$r \leq 1$	2.592402	2.592402	
KL dan UP	$r=0$	20.10265*	23.28662*	Ya	
	$r \leq 1$	3.183974	3.183974		
Filipina	KL dan INDUS	$r=0$	7.220888	10.65772	Tidak
		$r \leq 1$	3.436827	3.436827	
	KL dan INF	$r=0$	20.76177*	23.66099*	Ya
		$r \leq 1$	2.899215	2.899215	
	KL dan PDB	$r=0$	6.179977	7.424776	Tidak
		$r \leq 1$	1.244799	1.244799	
KL dan UP	$r=0$	13.13037	21.75485*	Ya	
	$r \leq 1$	8.624482*	8.624482*		
Singapura	KL dan INDUS	$r=0$	10.21124*	10.72336*	Tidak
		$r \leq 1$	0.512121	0.512121	
	KL dan INF	$r=0$	22.71412*	22.90790*	Ya
		$r \leq 1$	0.193786	0.193786	
	KL dan PDB	$r=0$	13.65896	15.72757*	Ya
		$r \leq 1$	2.068603	2.068603	
KL dan UP	$r=0$	21.97282*	25.88087*	Ya	
	$r \leq 1$	3.908057*	3.908057*		
Thailand	KL dan INDUS	$r=0$	10.85402	12.55258	Tidak
		$r \leq 1$	1.698561	1.698561	
	KL dan INF	$r=0$	21.48568*	34.57983	Ya
		$r \leq 1$	13.09415*	13.09415*	
	KL dan PDB	$r=0$	7.689478	10.98491	Tidak
		$r \leq 1$	3.295430	3.295430	
KL dan UP	$r=0$	14.08778	20.41058	Ya	
	$r \leq 1$	6.322795	6.322795		
Thailand	KL dan INDUS	$r=0$	5.507272	6.797943	Tidak
		$r \leq 1$	1.290671	1.290671	
	KL dan INF	$r=0$	18.60735*	25.89394*	Ya
		$r \leq 1$	7.286591*	7.286591*	

Catatan: Variabel KL, PDB, UP, dan INDUS dalam logaritma natural; * merupakan bahwa hipotesis nol tidak ada kointegrasi ditolak pada signifikansi 5%; panjang lag dipilih berdasarkan AIC; r merupakan jumlah vektor kointegrasi.

Sumber: Data diolah, 2023

Tabel 4 Hasil uji kointegrasi Kao metode ADF ASEAN-5

Negara	Variabel	t-Statistic	Prob	Kointegrasi
ASEAN-5	KL dan PDB	-1.466128	0.0713	Tidak
	KL dan UP	-2..63982	0.0041*	Ya
	KL dan INDUS	-0.806961	0.2098	Tidak
	KL dan INF	-0.154986	0.4384	Tidak

Catatan: Panjang lag dipilih berdasarkan AIC; * merupakan bahwa hipotesis nol dari akar unit ditolak pada signifikansi 5 %.

Sumber: Data diolah, 2023

Tabel 5. Hasil Uji Kausalitas ASEAN-5, 1971-2014

Negara	Ho	Sumber Kausalitas					Kesimpulan
		Jangka Pendek		Jangka Panjang	Gabungan Jangka Pendek dan Jangka Panjang		
		Statistik F		Statistik t	Statistik F		
		ΔKL	$\Delta PDB, \Delta UP, \Delta INDUS, \Delta INF$	ϵ_{t-1}	$\Delta KL, \Delta PDB, \Delta UP, \Delta INDUS, \Delta INF, \epsilon_{t-1}$		
ASEAN-5	KL tidak mempengaruhi PDB	0.64420 (0.6316)		-	-		PDB → KL
	PDB tidak mempengaruhi KL		2.68509 (0.0327)*	-	-		
	KL tidak mempengaruhi UP	1.48374 (0.2087)		39.7364 (0.0000)*	2.338375 (0.0152)*		KL ↔ UP

UP	tidak		0.66386	30.4081	-0.257600	
mempengaruhi	KL		(0.6178)	(0.0007)*	(0.7970)	
KL	tidak	0.98483		-	-	INDUS → KL
mempengaruhi	INDUS	(0.4010)				
INDUS	tidak		2.24949	-	-	
mempengaruhi	KL		(0.0838)**			
KL	tidak	4.85396		-	-	KL ↔ INF
mempengaruhi	INF	(0.0009)*				
INF	tidak		3.44950	-	-	
mempengaruhi	KL		(0.0095)*			

Catatan: Variabel KL, PDB, UP, dan INDUS dalam bentuk logaritma natural; Δ menunjukkan *first difference*; * merupakan bahwa hipotesis nol ditolak pada signifikansi 5%; ** merupakan bahwa hipotesis nol ditolak pada signifikansi 10%; Angka dalam kurung merupakan *p-value*; panjang *lag* dipilih berdasarkan AIC; \leftrightarrow merupakan hubungan kausalitas dua arah; \rightarrow merupakan hubungan kausalitas satu arah; - tidak ada hubungan kausalitas.

Sumber: Data diolah, 2023

Hasil uji kausalitas dalam penelitian ini bertentangan dengan penelitian (Lean and Smyth, 2010), yaitu adanya hubungan kausalitas satu arah dari konsumsi listrik terhadap PDB di ASEAN-5. Hasil temuan ini mendukung penelitian (Lin, 2003), yaitu adanya hubungan satu arah dari PDB terhadap konsumsi listrik. Temuan ini menunjukkan bahwa PDB per kapita berpengaruh positif terhadap peningkatan konsumsi listrik di ASEAN-5. Arah hubungan kausalitas dua arah ditemukan pada variabel urbanisasi dan konsumsi listrik dalam jangka panjang serta

hubungan kausalitas dua arah pada variabel inflasi dan konsumsi listrik dalam jangka pendek. Hasil uji kausalitas gabungan jangka pendek/jangka panjang menunjukkan hubungan satu arah dari konsumsi listrik terhadap urbanisasi. Adanya hubungan kausal Granger yang kuat yang berjalan dari konsumsi listrik terhadap urbanisasi. Hasil temuan ini mendukung penelitian (Solarin and Shahbaz, 2013; Iyke, 2014), yaitu adanya hubungan kausalitas dua arah antara urbanisasi, inflasi, dan konsumsi listrik.

Tabel 6 Hasil Uji kausalitas variabel konsumsi listrik per kapita dan PDB per kapita ASEAN-5, 1971-2014

Negara	Ho	Sumber Kausalitas					Kesimpulan
		Jangka Pendek		Jangka Panjang	Gabungan Jangka Pendek dan Jangka Panjang		
		Statistik F		Statistik t	Statistik F		
		Δ KL	Δ PDB	ε_{t-1}	Δ KL, ε_{t-1}	Δ PDB, ε_{t-1}	
Indonesia	KL tidak	0.00269		-	-	-	
	mempengaruhi PDB	(0.9589)					
Malaysia	PDB tidak		1.08562	-	-		
	mempengaruhi KL		(0.3037)				
Filipina	KL tidak	2.41606		-3.502729	4.595792	KL ↔ PDB	
	mempengaruhi PDB	(0.1280)		(0.0009)*	(0.0166)*		
Singapura	PDB tidak		5.37979	-3.507618	6.685984		
	mempengaruhi KL		(0.0256)*	(0.0008)*	(0.0163)*		
Thailand	KL tidak	2.04676		-	-	-	
	mempengaruhi PDB	(0.1435)					
Thailand	PDB tidak		2.28142	-	-		
	mempengaruhi KL		(0.1163)				
Thailand	KL tidak	0.53393		-0.955255	15.98701	PDB → KL	
	mempengaruhi PDB	(0.6621)		(0.2976)	(0.0000)*		
Thailand	PDB tidak		3.96779	-1.201362	16.18753		
	mempengaruhi KL		(0.0158)*	(0.2066)	(0.0000)*		
Thailand	KL tidak	0.60852		-	-	-	
	mempengaruhi PDB	(0.5495)					
Thailand	PDB tidak		1.10863	-	-		
	mempengaruhi KL		(0.3407)				

Catatan: Semua variabel dalam bentuk logaritma natural; Δ menunjukkan *first difference*; * merupakan bahwa hipotesis nol ditolak pada signifikansi 5%; ** merupakan bahwa hipotesis nol ditolak pada signifikansi 10%; Angka

dalam kurung merupakan *p-value*; panjang *lag* dipilih berdasarkan AIC; \leftrightarrow merupakan hubungan kausalitas dua arah; \rightarrow merupakan hubungan kausalitas satu arah; – tidak ada hubungan kausalitas.

Sumber: Data diolah, 2023

Hasil uji kausalitas dalam penelitian ini bertentangan dengan penelitian Yoo (2006); Chen, Kuo, dan Chen (2007); serta Harsono dan Kuncoro (2013) yang menyatakan bahwa adanya hubungan kausalitas antara konsumsi listrik dan PDB per kapita di Indonesia dan Filipina. Akan tetapi, hasil uji kausalitas dalam penelitian ini mendukung temuan Chen, Kuo, dan Chen (2007), yaitu tidak adanya hubungan kausalitas antara konsumsi listrik dan PDB per kapita di Thailand. Temuan ini menunjukkan bahwa PDB per kapita dan pertumbuhan konsumsi listrik per kapita di Indonesia, Filipina dan Thailand bersama-sama tidak saling mempengaruhi. Peningkatan PDB per kapita diduga dipengaruhi oleh aktivitas sektor perekonomian lainnya. Sama halnya dengan kebijakan listrik, upaya meningkatkan pasokan listrik tidak memiliki dampak yang signifikan terhadap PDB per kapita.

Hasil uji kausalitas penelitian ini mendukung temuan dari Yoo (2006) yang menyebutkan adanya hubungan kausalitas dua arah dan Chen, Kuo, dan Chen (2007) yaitu adanya hubungan kausalitas satu arah dari PDB terhadap konsumsi listrik, namun hasil penelitian ini bersifat jangka pendek, sedangkan temuan Chen, Kuo, dan Chen (2007) bersifat jangka panjang. Temuan dalam studi ini membuktikan adanya hubungan kausalitas satu arah dari PDB per kapita terhadap konsumsi listrik serta

hubungan kausalitas dua arah dalam jangka panjang. Dalam jangka pendek, PDB riil per kapita di Malaysia berpengaruh positif terhadap pertumbuhan konsumsi listrik per kapita. Peningkatan PDB riil per kapita akan mendorong tingkat konsumsi listrik nasional. Dalam jangka panjang, PDB riil per kapita dan pertumbuhan konsumsi listrik per kapita di Malaysia bersama-sama ditentukan dan akan saling berdampak pada saat yang sama.

Untuk Singapura, hasil uji kausalitas untuk konsumsi listrik per kapita dan PDB per kapita menunjukkan adanya hubungan kausalitas satu arah dalam jangka pendek dari PDB terhadap konsumsi listrik, serta hubungan kausalitas gabungan jangka pendek/panjang dua arah yang ditunjukkan dari hasil uji statistik F. Hasil uji kausalitas penelitian ini mendukung temuan dari Chen, Kuo, dan Chen (2007), yaitu ditemukannya hubungan kausalitas satu arah dari PDB terhadap konsumsi listrik dalam jangka pendek. Hasil penelitian ini tidak sama dengan penelitian Yoo (2006) yang menyebutkan adanya hubungan kausalitas dua arah antara PDB dan konsumsi listrik di Singapura. Temuan dalam studi ini membuktikan adanya hubungan kausalitas satu arah dalam jangka pendek dari PDB terhadap konsumsi listrik di Singapura, sehingga peningkatan PDB riil per kapita akan mendorong tingkat konsumsi listrik nasional dalam jangka panjang.

Tabel 7 Hasil uji kausalitas variabel konsumsi listrik per kapita dan urbanisasi ASEAN-5, 1971-2014

Negara	Ho	Sumber Kausalitas					Kesimpulan
		Jangka Pendek		Jangka Panjang	Gabungan Jangka Pendek dan Jangka Panjang		
		Statistik F		Statistik t	Statistik F		
		Δ KL	Δ UP	ϵ_{t-1}	Δ KL, ϵ_{t-1}	Δ UP, ϵ_{t-1}	
Indonesia	KL tidak mempengaruhi UP	4.89257 (0.0036)*		-1.9922054 (0.0530)**	11.89502 (0.0019)*		KL \leftrightarrow UP
	UP tidak mempengaruhi KL		3.68451 (0.0144)*	-1.989011 (0.0458)*		5.577291 (0.0025)*	
Malaysia	KL tidak mempengaruhi UP	1.18095 (0.3385)		-1.8807876 (0.0676)**	14.82829 (0.0001)*		KL \leftrightarrow UP
	UP tidak mempengaruhi KL		6.20789 (0.0009)*	-1.802633 (0.0683)**		9.650131 (0.0001)*	
Filipina	KL tidak mempengaruhi UP	1.55723 (0.2104)		-1.089338 (0.2458)	2.522958 (0.5769)		UP \rightarrow KL

Singapura	UP	tidak	5.71151	-0.925147		1.830814	
	mempengaruhi KL		(0.0015)*	(0.3101)		(0.6066)	
Thailand	KL	tidak	2.74825	-0.957584	4.816646*		KL → UP
	mempengaruhi UP		(0.0771)*	(0.2967)	(0.0128)		
Thailand	UP	tidak	1.71825	-1.458945		3.794561*	
	mempengaruhi KL		(0.1934)	(0.1331)		(0.0349)	
	KL	tidak	5.86592	-1.567069	2.899175		KL → UP
	mempengaruhi UP		(0.0012*)	(0.1089)	(0.6149)		
	UP	tidak	0.22218	-1.593336		0.612875	
	mempengaruhi KL		(0.9240)	(0.1036)		(0.5975)	

Catatan: Semua variabel dalam bentuk logaritma natural; Δ menunjukkan *first difference*; Filipina dan Thailand menggunakan *second difference** merupakan bahwa hipotesis nol ditolak pada signifikansi 5%; ** merupakan bahwa hipotesis nol ditolak pada signifikansi 10%; Angka dalam kurung merupakan *p-value*; panjang *lag* dipilih berdasarkan AIC; \leftrightarrow merupakan hubungan kausalitas dua arah; \rightarrow merupakan hubungan kausalitas satu arah; – tidak ada hubungan kausalitas.

Sumber: Data diolah, 2023

Adanya hubungan kausal Granger yang kuat yang berjalan dari urbanisasi terhadap konsumsi listrik, maupun sebaliknya. Setiap kali terjadi *shock* pada sistem, konsumsi listrik membuat penyesuaian jangka pendek untuk mengembalikan keseimbangan jangka panjang, begitu pula sebaliknya. Hasil uji kausalitas penelitian ini memiliki temuan yang sama dengan Solarin dan Shahbaz (2013), yaitu adanya hubungan kausalitas dua arah antara konsumsi listrik dan urbanisasi dalam jangka pendek dan jangka panjang. Penyediaan energi listrik akan mempengaruhi keputusan seseorang untuk berpindah ke tempat yang mempunyai akses listrik yang baik. Dalam jangka panjang, peningkatan jumlah penduduk akan mempengaruhi peningkatan konsumsi listrik. Untuk Malaysia, hasil uji kausalitas menunjukkan bahwa dalam jangka pendek, terdapat hubungan kausalitas satu arah dari variabel urbanisasi (UP) terhadap variabel konsumsi listrik, sedangkan dalam jangka panjang terdapat hubungan kausalitas dua arah pada kedua variabel tersebut. Hasil uji statistik F ditemukan hubungan kausal gabungan jangka pendek/jangka panjang. Hasil uji kausalitas penelitian ini memiliki temuan yang sama dengan temuan dari (Hussain Ali Bekhet and NorSalwati bt Othman, 2011) di Malaysia yaitu adanya hubungan kausalitas satu arah dari urbanisasi terhadap konsumsi listrik dalam jangka panjang, namun penelitian ini juga menghasilkan hubungan satu arah dalam jangka pendek.

Untuk Filipina, terdapat hubungan kausalitas satu arah dari urbanisasi terhadap konsumsi listrik dalam jangka pendek. Hubungan kausalitas antara konsumsi listrik dan urbanisasi tidak ditemukan, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Hasil uji kausalitas penelitian ini memiliki temuan yang sama dengan temuan dari Bekhet dan Othman (2011), yaitu adanya hubungan kausalitas satu arah dari urbanisasi terhadap konsumsi listrik dalam jangka panjang, namun penelitian ini menghasilkan hubungan satu arah dalam jangka pendek. Adanya hubungan satu arah dari urbanisasi terhadap konsumsi listrik menunjukkan bahwa, pertumbuhan urbanisasi akan berpengaruh positif terhadap peningkatan konsumsi listrik di Filipina.

Singapura dan Thailand menunjukkan hasil uji kausalitas yang sama, yaitu adanya hubungan kausalitas satu arah dari konsumsi listrik terhadap urbanisasi dalam jangka pendek. Hasil uji kausalitas penelitian ini memiliki temuan yang sama dengan temuan dengan (Liddle and Lung, 2014), yaitu adanya hubungan kausalitas satu arah dari konsumsi listrik terhadap urbanisasi, namun penelitian ini menunjukkan hasil hubungan kausalitas satu arah dari konsumsi listrik terhadap urbanisasi dalam jangka panjang, sedangkan arah hubungan dalam penelitian ini bersifat jangka pendek. Adanya hubungan kausalitas satu arah dari variabel konsumsi listrik terhadap urbanisasi menunjukkan bahwa, konsumsi listrik akan mempengaruhi pertumbuhan urbanisasi dalam jangka pendek di Singapura dan Thailand.

Tabel 8 Hasil uji kausalitas variabel konsumsi listrik per kapita dan nilai tambah industri ASEAN-5, 1971-2014

Negara	Ho	Sumber Kausalitas					Kesimpulan
		Jangka Pendek		Jangka Panjang	Gabungan Jangka Pendek dan Jangka Panjang		
		Statistik F		Statistik t	Statistik F		
		ΔKL	$\Delta INDUS$	ε_{t-1}	$\Delta KL, \varepsilon_{t-1}$	$\Delta INDUS, \varepsilon_{t-1}$	
Indonesia	KL tidak mempengaruhi INDUS	0.88818 (0.4826)		-3.089325 (0.0028)*	2.451527 (0.0606)*		KL ↔ INDUS
	INDUS tidak mempengaruhi KL		1.11774 (0.3660)	-2.998641 (0.0036)*		5.687046 (0.0732)**	
Malaysia	KL tidak mempengaruhi INDUS	12.88056 (0.0974)**		-	-		KL → INDUS
	INDUS tidak mempengaruhi KL		1.39650 (0.2443)	-	-	-	
Filipina	KL tidak mempengaruhi INDUS	2.11052 (0.1355)		-	-		-
	INDUS tidak mempengaruhi KL		1.89638 (0.1644)	-	-	-	
Singapura	KL tidak mempengaruhi INDUS	0.30397 (0.5845)		-	-		-
	INDUS tidak mempengaruhi KL		0.90466 (0.3472)	-	-	-	
Thailand	KL tidak mempengaruhi INDUS	1.76713 (0.1913)		-	-		INDUS → KL
	INDUS tidak mempengaruhi KL		12.6033 (0.0010)*	-	-	-	

Catatan: Semua variabel dalam bentuk logaritma natural; Δ menunjukkan *first difference*; * merupakan bahwa hipotesis nol ditolak pada signifikansi 5%; ** merupakan bahwa hipotesis nol ditolak pada signifikansi 10%; Angka dalam kurung merupakan *p-value*; panjang *lag* dipilih berdasarkan AIC. ↔ merupakan hubungan kausalitas dua arah; → merupakan hubungan kausalitas satu arah; – tidak ada hubungan kausalitas.

Sumber: Data diolah, 2023

Tidak ditemukannya hubungan kausal antara konsumsi listrik dan nilai tambah industri di Filipina dan Singapura. Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan yang ada tidak akan berpengaruh terhadap kedua variabel tersebut. Konsumsi listrik dipengaruhi oleh faktor-faktor lain pada kedua negara tersebut. Terdapat hubungan kausalitas satu arah dari industri terhadap konsumsi listrik di Thailand dan ASEAN-5. Hal ini membuktikan teori

yang menyatakan bahwa industri berkontribusi terhadap PDB riil per kapita melalui pertumbuhan lintas sektoral yang selanjutnya memperbesar permintaan energi (Muhammad dan Lean 2011), Menurut IEA (2017), sektor industri menyumbang 40 persen dari tahun 2000 sampai tahun 2016. Permintaan energi listrik meningkat dua kali lipat disebabkan industri ringan yang menjadi andalan kegiatan di ASEAN.

Tabel 9 Hasil uji kausalitas variabel konsumsi listrik per kapita dan inflasi ASEAN-5, 1971-2014

Negara	Ho	Sumber Kausalitas					Kesimpulan
		Jangka Pendek		Jangka Panjang	Gabungan Jangka Pendek dan Jangka Panjang		
		Statistik F		Statistik t	Statistik F		
		ΔKL	ΔINF	ε_{t-1}	$\Delta KL, \varepsilon_{t-1}$	$\Delta INF, \varepsilon_{t-1}$	
Indonesia	KL tidak mempengaruhi INF	0.72418 (0.5446)		-5.215540 (0.0000)*	15.45143 (0.0810)**		KL ↔ INF
	INF tidak mempengaruhi KL		2.94371 (0.0468)*	-1.108159 (0.2387)		5.105081 (0.0663)**	
Malaysia	KL tidak mempengaruhi INF	1.83750 (0.1828)		-6.518062 (0.0000)*	20.82535 (0.4207)		KL → INF
	INF tidak mempengaruhi KL		0.14969 (0.7009)	-1.211118 (0.2034)		2.907728 (0.4845)	

Filipina	KL	tidak	9.466355	-6.561207	15.93814		KL ↔ INF
	mempengaruhi INF		(0.0005)	(0.0000)*	(0.2151)		
Singapura	INF	tidak	5.24691	-0.335370	1.871235		KL ↔ INF
	mempengaruhi KL		(0.0099)*	(0.5581)	(0.9415)		
Thailand	KL	tidak	8.69594	-4.609996	9.699722		KL ↔ INF
	mempengaruhi INF		(0.0008)*	(0.0000)*	(0.9243)		
Thailand	INF	tidak	14.1441	-2.687559	50.32153		KL ↔ INF
	mempengaruhi KL		(2.7370)	(0.0084)*	(0.4138)		
Thailand	KL	tidak	3.08673	-4.829072	11.43729		KL ↔ INF
	mempengaruhi INF		(0.0401)*	(0.0000)*	(0.3472)		
Thailand	INF	tidak	3.11693	-2.850822	14.79095		KL ↔ INF
	mempengaruhi KL		(0.0388)*	(0.0054)*	(0.3210)		

Catatan: Variabel KL dalam bentuk logaritma natural; Δ menunjukkan *first difference*; * merupakan bahwa hipotesis nol ditolak pada signifikansi 5%; ** merupakan bahwa hipotesis nol ditolak pada signifikansi 10%; Angka dalam kurung merupakan *p-value*; panjang *lag* dipilih berdasarkan AIC. ↔ merupakan hubungan kausalitas dua arah; → merupakan hubungan kausalitas satu arah; – tidak ada hubungan kausalitas.

Sumber: Data diolah, 2023

Terdapat hubungan kausalitas satu arah dari konsumsi listrik terhadap inflasi dalam jangka panjang di Malaysia dan Filipina dan dalam jangka pendek di Singapura. Hasil uji kausalitas penelitian ini memiliki temuan yang sama dengan penelitian Bekhet dan Othman (2011), yaitu ditemukannya hubungan kausalitas dari konsumsi listrik terhadap inflasi dalam jangka panjang di Malaysia. Hal ini menunjukkan bahwa, jika terjadi peningkatan konsumsi listrik, maka akan berpengaruh terhadap pertumbuhan inflasi di Malaysia.

Adanya hubungan hubungan kausalitas dua arah antara variabel konsumsi listrik dan inflasi dalam jangka panjang maupun jangka pendek di Indonesia, Singapura, dan Thailand, baik dalam jangka panjang maupun jangka pendek. Pada negara Filipina, ditemukan hubungan kausalitas dua arah antara variabel konsumsi listrik dan inflasi dalam jangka pendek. Hasil uji kausalitas penelitian ini memiliki temuan yang sama dengan temuan dari Iyke (2014) di Nigeria, yaitu adanya hubungan kausalitas dua arah dari inflasi terhadap konsumsi listrik

dalam jangka pendek. Adanya hubungan kausalitas dua arah dari inflasi terhadap konsumsi listrik menunjukkan bahwa, pertumbuhan konsumsi listrik dan pertumbuhan inflasi akan saling mempengaruhi dalam jangka panjang bersama-sama dan akan saling berdampak pada saat yang sama pada negara Indonesia, Filipina, Singapura, dan Thailand. Tidak ditemukan hubungan kausal gabungan jangka pendek/jangka panjang dari konsumsi listrik terhadap inflasi, maupun sebaliknya pada negara Malaysia, Filipina, Singapura, dan Thailand, sedangkan di Indonesia ditemukan hubungan kausal gabungan jangka pendek/jangka panjang dari konsumsi listrik terhadap inflasi, maupun sebaliknya. Hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan kausal Granger yang kuat yang berjalan dari inflasi terhadap konsumsi listrik, maupun sebaliknya. Setiap kali terjadi *shock* pada sistem, konsumsi listrik membuat penyesuaian jangka pendek untuk mengembalikan keseimbangan jangka panjang, begitu pula sebaliknya.

Tabel 10. Rangkuman Hasil Kausalitas dengan ECM ASEAN-5

Negara	Variabel			
	KL dan PDB	KL dan UP	KL dan INDUS	KL dan INF
Indonesia	-	KL ↔ UP (jangka pendek dan panjang)	KL ↔ INDUS (jangka panjang)	KL ↔ INF (jangka pendek dan panjang)
Malaysia	KL ↔ PDB (jangka pendek dan panjang)	KL ↔ UP (jangka pendek dan panjang)	KL ↔ INDUS (jangka pendek)	KL → INF (jangka panjang)

Filipina	-	UP→KL (jangka pendek)	-	KL ↔ INF (jangka pendek dan panjang)
Singapura	PDB→KL (jangka pendek)	KL→UP (jangka pendek)	-	KL ↔ INF (jangka pendek dan panjang)
Thailand	-	KL→UP (jangka pendek)	INDUS ↔ KL (jangka pendek)	KL ↔ INF (jangka pendek dan panjang)
ASEAN-5	PDB→KL (jangka pendek)	KL ↔ UP (jangka pendek dan panjang)	INDUS ↔ KL (jangka pendek)	KL ↔ INF (jangka pendek dan panjang)

Catatan: KL adalah konsumsi listrik; PDB adalah PDB riil per kapita; UP adalah urbanisasi; INDUS adalah nilai tambah industri; INF adalah inflasi; ↔ memiliki hubungan dua arah; → memiliki hubungan satu arah; dan - tidak ada hubungan.

Hasil uji kausalitas antara konsumsi listrik per kapita dan PDB riil per kapita

Hasil uji kausalitas dalam penelitian ini bertentangan dengan penelitian Chen, Kuo, dan Chen (2007) serta Harsono dan Kuncoro (2013) yang menyatakan bahwa adanya hubungan kausalitas antara konsumsi listrik dan PDB per kapita di Indonesia, Malaysia, Singapura, dan Filipina. Akan tetapi, hasil uji kausalitas dalam penelitian ini mendukung temuan Chen, Kuo, dan Chen (2007), yaitu tidak adanya hubungan kausalitas antara konsumsi listrik dan PDB per kapita di Thailand. Terdapat hubungan kausalitas satu arah dari PDB riil per kapita terhadap konsumsi listrik di Singapura dan ASEAN-5 dalam jangka pendek. Hal ini menunjukkan bahwa, kenaikan konsumsi listrik tidak akan secara signifikan mempengaruhi PDB riil per kapita. PDB riil per kapita mungkin dipengaruhi oleh faktor-faktor lain. PDB riil per kapita yang meningkat akan menstimulasi tingkat konsumsi listrik atau negara yang semakin maju akan meningkatkan konsumsi listrik di berbagai sektor. Apabila tidak terjadi hubungan kausalitas berjalan dari konsumsi listrik terhadap PDB dalam jangka pendek, maka kebijakan konservasi listrik tidak masalah untuk diterapkan karena tidak terlalu mempengaruhi aktivitas perekonomian.

Hubungan kausalitas dua arah ditemukan di Malaysia, dengan kata lain, konsumsi listrik yang tinggi menyebabkan tingginya PDB riil per kapita. Hal ini menunjukkan bahwa, jika infrastruktur energi listrik tidak baik, maka dapat menahan PDB riil per kapita sebagai proksi pertumbuhan ekonomi. Peningkatan konsumsi listrik akan mengakibatkan peningkatan produksi listrik

yang menyiratkan bahwa perluasan infrastruktur ketenagalistrikan dan ketenagakerjaan di sektor kelistrikan akan berkontribusi terhadap peningkatan PDB. Apabila terdapat kebijakan untuk menekan laju pertumbuhan konsumsi listrik, maka akan berdampak negatif terhadap pertumbuhan ekonomi. Dalam jangka panjang, jika terjadi hubungan kausalitas antara konsumsi listrik dan PDB riil per kapita, perlu dilakukan pengembangan kapasitas suplai tenaga listrik dikarenakan aktivitas perekonomian yang meningkat akan memerlukan energi listrik yang besar.

Tidak ditemukannya hubungan kausal antara konsumsi listrik dan PDB riil per kapita di Indonesia, Filipina, dan Thailand menunjukkan bahwa, kebijakan ekspansif maupun konservatif energi listrik yang ada tidak akan berpengaruh terhadap peningkatan PDB tersebut. Menurut Harsono (2013), jika tidak terdapat hubungan dari konsumsi listrik terhadap PDB per kapita, dapat diduga bahwa kegiatan perekonomian tidak terlalu mengandalkan konsumsi listrik, perkembangan jumlah konsumsi listrik yang cenderung meningkat tidak selalu diikuti dengan peningkatan PDB per kapita. Selain itu, diperkirakan karena konsumsi listrik cenderung digunakan utk memenuhi kebutuhan dasar (sektor rumah tangga) sementara sisanya baru digunakan untuk mendukung aktivitas perekonomian yang berdampak langsung pada peningkatan PDB.

Hasil uji kausalitas antara konsumsi listrik per kapita dan urbanisasi

Terdapat hubungan kausalitas satu arah dari konsumsi listrik terhadap urbanisasi

di negara Singapura dan Thailand dalam jangka pendek. Menurut IEA (2016), rasio elektrifikasi tingkat pedesaan hanya 74 persen dibandingkan tingkat elektrifikasi perkotaan sebesar 94 persen. Hal ini menunjukkan bahwa daerah perkotaan memiliki kelebihan potensi dalam menyediakan infrastruktur yang dibutuhkan, dalam hal ini akses energi listrik, khususnya di Singapura yang memiliki penduduk perkotaan 100 persen. Hubungan kausalitas satu arah dari urbanisasi terhadap konsumsi listrik ditemukan di negara Filipina dalam jangka pendek. Adanya hubungan kausalitas berjalan dari konsumsi listrik terhadap urbanisasi menunjukkan bahwa konsumsi listrik merupakan pendorong terjadinya migrasi disebabkan akses listrik yang baik dapat meningkatkan kesempatan hidup yang lebih baik pula. Dalam jangka panjang, konsumsi listrik akan meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Secara teori, urbanisasi melibatkan perubahan struktural di seluruh perekonomian dan memiliki implikasi penting terhadap konsumsi energi. Urbanisasi menyebabkan konsentrasi aktivitas ekonomi penduduk yang besar sehingga akan meningkatkan permintaan energi.

Hubungan kausalitas dua arah ditemukan untuk negara Indonesia, Malaysia, dan ASEAN-5, baik dalam jangka panjang maupun jangka pendek. Menurut IEA (2017), 2/3 kenaikan listrik ASEAN berasal dari sektor perumahan dan jasa dari kelas menengah perkotaan. Secara nasional selama periode 2001-2013 perkembangan penduduk perkotaan di Indonesia cenderung meningkat. Tahun 1971 hanya sebesar 17 persen dan tahun 2014 menjadi 53 persen, artinya selama periode perkembangan penduduk perkotaan Indonesia lebih pesat dibandingkan periode-periode terdahulu. Menurut PBB, penduduk dunia semakin banyak yang tinggal di daerah perkotaan daripada pedesaan, bahkan hampir separuh penduduk dunia berada di daerah perkotaan (United Nations, 1998).

Hasil uji kausalitas antara konsumsi listrik per kapita dan nilai tambah industri

Hubungan kausalitas dua arah antara konsumsi listrik dan nilai tambah industri ditemukan untuk negara Indonesia dalam

jangka panjang dan hubungan kausalitas satu arah dari konsumsi listrik terhadap nilai tambah industri di Malaysia. Hal ini menunjukkan bahwa, ekspansi di sektor industri yang menggunakan energi listrik sebagai input dasar akan meningkatkan penggunaan konsumsi listrik, begitu pula sebaliknya, peningkatan penggunaan energi listrik dapat mengembangkan sektor industri. Hal ini didukung mengingat Pulau Jawa memiliki tingkat industrialisasi tertinggi di Indonesia dan konsumsi listrik di sektor listrik lebih besar daripada sektor rumah tangga sebesar 58.66% (Harsono 2013). Krugman (1991) membuktikan bahwa konsentrasi industrialisasi cenderung berlokasi daerah yang padat penduduk yang nantinya akan meningkatkan konsumsi listrik.

Tidak ditemukannya hubungan kausal antara konsumsi listrik dan nilai tambah industri di Filipina dan Singapura. Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan yang ada tidak akan berpengaruh terhadap kedua variabel tersebut. Konsumsi listrik dipengaruhi oleh faktor-faktor lain pada kedua negara tersebut. Terdapat hubungan kausalitas satu arah dari industri terhadap konsumsi listrik di Thailand dan ASEAN-5. Hal ini membuktikan teori yang menyatakan bahwa industri berkontribusi terhadap PDB riil per kapita melalui pertumbuhan lintas sektoral yang selanjutnya memperbesar permintaan energi (Muhammad dan Lean 2011), Menurut IEA (2017), sektor industri menyumbang 40 persen dari tahun 2000 sampai tahun 2016. Permintaan energi listrik meningkat dua kali lipat disebabkan industri ringan yang menjadi andalan kegiatan di ASEAN.

Hasil uji kausalitas antara konsumsi listrik per kapita dan inflasi

Hubungan kausal satu arah dari konsumsi listrik terhadap inflasi ditemukan di Malaysia. Hubungan kausalitas dua arah antara konsumsi listrik dan inflasi ditemukan untuk negara Indonesia, Filipina, Singapura, Thailand, dan ASEAN-5 baik dalam jangka panjang maupun jangka pendek. Hal ini menunjukkan bahwa, kestabilan harga mempengaruhi tingkat konsumsi listrik. Konsumsi listrik yang meningkat dapat menyebabkan terjadinya *cost push inflation*

dikarenakan permintaan yang tinggi dapat menyebabkan kelangkaan sehingga harga akan naik. Harga yang naik dapat menyebabkan berkurangnya daya beli konsumen, namun energi listrik telah menjadi kebutuhan dasar yang setiap aktivitas membutuhkan energi listrik. Sehingga, kebijakan untuk mengurangi atau meningkatkan tarif/harga listrik tidak akan efektif terhadap konsumsi listrik. Artinya, meskipun harga naik atau turun, tidak peduli berapa pun harganya, masyarakat akan tetap membayar. Berdasarkan hasil analisis dalam penelitian ini, teori yang menyatakan bahwa faktor kedua yang mempengaruhi konsumsi listrik adalah harga atau tarif listrik karena tarif yang rendah meningkatkan pemakaian listrik menurut Bekhet dan Othman 2011, terbukti terhadap permintaan konsumsi listrik.

4. PENUTUP

Adanya hubungan kausalitas dari PDB per kapita terhadap konsumsi listrik membutuhkan kebijakan bagi pemerintah untuk melakukan peningkatan produksi yang lebih cepat di negara tersebut, sehingga pada gilirannya akan meningkatkan besaran konsumsi. Kebijakan dalam keterbukaan perdagangan juga dapat mempengaruhi konsumsi listrik melalui efek peningkatan ekspor dan teknologi hemat energi untuk digunakan dalam produksi untuk meningkatkan *output* dalam negeri. Adanya hubungan kausalitas dari urbanisasi terhadap konsumsi listrik menunjukkan bahwa permintaan energi listrik di daerah perkotaan tinggi dan akses listrik sangat dibutuhkan. Hal ini menjadi tantangan bagi pemerintah untuk menyediakan suplai listrik di daerah tersebut.

Adanya hubungan kausalitas dari industri terhadap konsumsi listrik membutuhkan kebijakan pengembangan kawasan industri dan melakukan perubahan struktural dalam produksi dari sektor industri dengan energi tinggi (*high energy intensive industry*) menjadi jasa dan manufaktur yang bernilai tambah tinggi (*services and high value-added manufacturing*) serta mendorong sektor industri untuk mengadopsi teknologi baru untuk mengurangi emisi. Adanya hubungan kausalitas dari inflasi terhadap konsumsi listrik membutuhkan kebijakan

tarif/harga listrik dan subsidi listrik yang efektif. Perlu memperhatikan kestabilan nilai rupiah karena secara umum inflasi menyebabkan biaya sosial yang ditanggung masyarakat.

Adanya hubungan kausalitas dari konsumsi listrik terhadap PDB per kapita, urbanisasi, industri, dan inflasi membutuhkan kebijakan strategi pengembangan bagi tiap negara yang dapat memberikan efek multiplier terhadap sektor perekonomian lainnya. Peningkatan pembangkit listrik dengan mempertahankan pasokan listrik saat ini dan pada saat bersamaan mengeksplorasi kemungkinan terbarukan untuk pembangkit listrik. Perlu diperhatikan koordinasi antara pemerintah dan *stakeholders* untuk meningkatkan produksi dan investasi pasokan listrik agar terciptanya infrastruktur ketenagalistrikan dalam jangka panjang yang kuat, seperti reformasi peraturan infrastruktur energi, kebijakan kelembagaan, kondisi geografis. Serta kebijakan untuk penghematan energi listrik melalui peningkatan konservasi dan efisiensi energi listrik agar tidak terjadi kesenjangan antara persediaan dan permintaan energi listrik.

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah adanya hubungan kausalitas dua arah, sehingga persamaan model tunggal tidak relevan untuk dilakukan dan di luar lingkup penelitian ini. Untuk penelitian selanjutnya disarankan dapat melakukan analisis antara konsumsi listrik dengan faktor-faktor lainnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adam, L. and Sambodo, M. T. (2015) 'Indonesia's Dynamic Electricity Power Sector: Investigating Need and Supply Performance', *Economics and Finance in Indonesia*, 61(1), p. 53. doi: 10.7454/efi.v61i1.497.
- Alter, N. and Syed, S. H. (2011) 'An empirical analysis of electricity demand in Pakistan', *International Journal of Energy Economics and Policy*, 1(4), pp. 116–139.
- Ashraf, Z., Javid, A. Y. and Javid, M. (2013) 'Electricity consumption and economic growth: evidence from Pakistan', *Economics and Business Letters*, 2(1), p. 21. doi: 10.17811/eb1.2.1.2013.21-32.
- Bildirici, M. (2013) 'The Analysis of

- Relationship between Economic Growth and Electricity Consumption in Africa By ARDL Method', *Energy Economic Letters*, 1(1), pp. 1–14.
- Chen, S. T., Kuo, H. I. and Chen, C. C. (2007) 'The relationship between GDP and electricity consumption in 10 Asian countries', *Energy Policy*, 35(4), pp. 2611–2621. doi: 10.1016/j.enpol.2006.10.001.
- Harsono, T. D. and Kuncoro, M. (2013) 'Electricity Consumption and Economic Growth: A Causality Evidence from Indonesia, 1984-2010', *International Journal of Business, Economics and Law*, 2(April), pp. 8–9.
- Hussain Ali Bekhet and NorSalwati bt Othman (2011) 'Causality analysis among electricity consumption, consumer expenditure, gross domestic product (GDP) and foreign direct investment (FDI): Case study of Malaysia', *Journal of Economics and International Finance*, 3(4), pp. 228–235. Available at: <http://www.academicjournals.org/JEIF>.
- International Energy Agency (IEA) (2015) 'Southeast Asia Energy Outlook', *World Energy Outlook Special Report*, p. 131.
- International Energy Agency (IEA) (2016) *Reducing Emissions from Fossil-Fired Generation Indonesia, Malaysia, And Vietnam*.
- International Energy Agency (IEA) (2017) *Energy Access Outlook 2017 from Poverty to Prosperity*.
- Iyke, B. N. (2014) *Electricity Consumption, Inflation, and Economic Growth in Nigeria: A Dynamic Causality Test*.
- Kraft, J., dan A. K. (1978) 'On The Relationship between Energy and GNP.' *Journal of Energy and Development*, *On The Relationship between Energy and GNP*, 3, pp. 401–403.
- Krugman, P. (1991) *Geography and Trade*. Cambridge MA: MIT Press.
- Lean, H. H. and Smyth, R. (2010) 'CO2 emissions, electricity consumption and output in ASEAN', *Applied Energy*, 87(6), pp. 1858–1864. doi: 10.1016/j.apenergy.2010.02.003.
- Lee, C. C. (2005) 'Energy consumption and GDP in developing countries: A cointegrated panel analysis', *Energy Economics*, 27(3), pp. 415–427. doi: 10.1016/j.eneco.2005.03.003.
- Liddle, B. and Lung, S. (2014) 'Might electricity consumption cause urbanization instead? Evidence from heterogeneous panel long-run causality tests', *Global Environmental Change*, 24(1), pp. 42–51. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2013.11.013.
- Lin, B. Q. (2003) 'Electricity demand in the People's Republic of China: Investment requirement and environmental impact', *ERD Working Paper Series*, (37), pp. 1–25.
- Mozumder, P. and Marathe, A. (2007) 'Causality relationship between electricity consumption and GDP in Bangladesh', *Energy Policy*, 35(1), pp. 395–402. doi: 10.1016/j.enpol.2005.11.033.
- Phoumin, H. and Kimura, S. (2014) 'Analysis on price elasticity of energy demand in East Asia: empirical evidence and policy implications for ASEAN and East Asia', *ERIA Discussion Paper Series*, 05, pp. 1–26. Available at: <http://www.eria.org/ERIA-DP-2014-05.pdf>.
- Shahbaz, M. and Lean, H. H. (2012) 'Does financial development increase energy consumption? The role of industrialization and urbanization in Tunisia', *Energy Policy*. Elsevier, 40(1), pp. 473–479. doi: 10.1016/j.enpol.2011.10.050.
- Solarin, S. A. and Shahbaz, M. (2013) *Trivariate causality between economic growth, urbanisation and electricity consumption in Angola: Cointegration and causality analysis*, *Energy Policy*. doi: 10.1016/j.enpol.2013.05.058.
- The ASEAN Secretariat (2015) *A Blueprint for Growth ASEAN Economic Community 2015: Progress and Key Achievement*. Jakarta, Indonesia.
- United Nations (1998) *World Urbanization Prospects The 1996 Revision: Estimates and Projections of Urban and Rural Populations and of Urban Agglomeration*.
- World Bank (2023) *World Development Indicators*. Available at: <http://data.worldbank.org>.
- World Development Indicators 2016* (2016)

- World Development Indicators 2016*. doi: 10.1596/978-1-4648-0683-4.
- Yoo, S. H. (2005) ‘Electricity consumption and economic growth: Evidence from Korea’, *Energy Policy*, 33(12), pp. 1627–1632. doi: 10.1016/j.enpol.2004.02.002.
- Yoo, S. H. (2006) ‘The causal relationship between electricity consumption and economic growth in the ASEAN countries’, *Energy Policy*, 34(18), pp. 3573–3582. doi: 10.1016/j.enpol.2005.07.011.