



THE CAUSALITY BETWEEN ENERGY CONSUMPTION AND GROSS DOMESTIC PRODUCT (GDP) IN INDONESIA, MALAYSIA, THAILAND AND SINGAPORE

Hari Sugiyanto

Politeknik Keuangan Negara STAN

hari.sugiyanto@pknstan.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Pertama

[10 Maret 2017]

Dinyatakan Diterima

[13 Juni 2017]

KATA KUNCI:

Underground, Economy, PDB, Tax, Amnesty

ABSTRAK

The study carries out the causality analysis on the relation between energy consumption and gross domestic product (GDP) in Indonesia, Malaysia, Singapore and Thailand for the period 1970-2006. The study employs two dimensions of economic: (i) energy consumption (measured by per capita primary energy consumption) and (ii) gross domestic products (measured by per capita GDP at constant 1990 price in US dollars). The analysis based on the Granger causality test (1969), Granger causality with Final Prediction Error (FPE) and Sims causality test (1972). Result shows that based on all causality estimation tests in four countries, there are no impact from energy consumption to GDP, but there is an impact from GDP to energy consumption in Indonesia, Thailand and Singapore. However, there is no causality in Malaysia.

Penelitian ini melakukan analisis kausalitas terhadap hubungan antara konsumsi energi dan produk domestik bruto (PDB) di Indonesia, Malaysia, Singapura dan Thailand pada periode 1970-2006. Penelitian ini menggunakan dua dimensi ekonomi yaitu (i) konsumsi energi (yang diukur menggunakan konsumsi energi primer per kapita) dan (ii) produk domestik bruto (yang diukur dengan harga konstan dengan tahun dasar 1990 dalam dollar AS per kapita). Uji kausalitas dilakukan dengan menggunakan uji kausalitas Granger (1969), uji kausalitas Granger dengan FPE, dan uji kausalitas Sims (1972). Hasil penelitian mengenai kausalitas di empat Negara di atas menunjukkan bahwa tidak terdapat kausalitas satu arah dari konsumsi energi ke PDB, tetapi terdapat kausalitas searah dari PDB ke konsumsi energi di Indonesia, Thailand dan Singapura. Di Malaysia tidak terdapat hubungan kausalitas antara konsumsi energi dan PDB.

1. PENGANTAR

1.1 Latar Belakang

Ekonomi energi adalah studi yang mempelajari tentang kebutuhan terhadap sumber energi dan komoditas-komoditas energi, serta konsekuensi dari pemenuhan kebutuhan tersebut. Dalam terminologi ekonomi, energi adalah semua komoditas dan sumber energi, di mana komoditas dan sumber energi itu berupa sejumlah energi fisik dalam jumlah signifikan dan dapat digunakan untuk melakukan pekerjaan. Komoditas energi (yang berupa premium, solar, gas, batu bara, listrik dan lain-lain) dapat digunakan untuk penerangan, transportasi, aktivitas kelistrikan dan lain-lain. Sumber energi (berupa minyak mentah, gas alam, batu bara, biomassa, air, uranium, angin, sinar matahari dan panas bumi) dapat dieksploitasi untuk diproduksi menjadi komoditas energi.

Chontanawat, dkk (2006) mengatakan bahwa energi memegang peranan penting dalam ekonomi, baik dari sisi permintaan (*demand*) maupun dari sisi penawaran (*supply*). Dari sisi permintaan, energi adalah salah satu produk yang senantiasa dibutuhkan untuk memaksimalkan utilitas. Energi primer berupa minyak bumi, gas dan batu bara merupakan energi yang *demand*-nya paling banyak. Dari sisi penawaran, energi merupakan faktor penting yang sangat dibutuhkan dalam proses produksi utamanya pengolahan (*manufacture*) yang memberi nilai tambah terhadap produk yang dihasilkan, dan berperan vital dalam perekonomian serta pembangunan, dan selanjutnya menjadi faktor yang juga penting untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi sebuah negara dan standar hidup masyarakatnya.

Energi primer merupakan sumber daya vital dalam pembangunan nasional. Hal ini dilatarbelakangi oleh peranan penting energi dalam makro ekonomi dan stabilitas fiskal di negara-negara sedang berkembang, terutama negara-negara pengekspor minyak. Selain itu, tingkat pengeluaran energi dapat dipandang sebagai salah satu ukuran keberhasilan pembangunan suatu negara. Namun di lain pihak, berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan energi secara agregat atau pengeluaran energi adalah pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, dan efisiensi dalam memanfaatkan energi tersebut.

Membahas fenomena di Indonesia, tingkat konsumsi energi dalam negeri per kapitanya masih rendah, tetapi penggunaannya terus meningkat seperti yang terjadi umumnya di negara-negara berkembang lainnya. Hal ini dapat dilihat pada tabel 1 mengenai penggunaan energi menurut sektornya.

Tabel 1: Penggunaan Energi Menurut Sektor di Indonesia, 1990-2003

TAHUN	SEKTOR (DALAM JUTA SBM)				NON ENERGI	JUMLAH
	INDUSTRI	RUMAH TANGGA DAN KOMERSIAL	TRANSPORTASI	LAINNYA		
1990	72,56	52,21	76,18	17,24	29,77	247,96
1991	75,46	54,79	82,58	18,91	31,92	263,66
1992	85,82	57,53	91,21	19,69	33,73	287,98
1993	93,89	61,07	96,71	23,62	35,98	311,27
1994	104,48	64,27	98,18	25,99	30,53	323,95
1995	114,69	68,45	105,87	29,31	32,62	350,94
1996	115,29	72,98	116,19	33,02	36,50	373,98
1997	125,06	79,21	122,83	34,41	37,16	398,67
1998	123,83	83,10	123,56	25,49	36,87	392,85
1999	160,37	87,08	128,83	25,36	42,89	444,53
2000	184,11	92,71	137,44	26,14	45,83	486,23
2001	197,89	97,48	143,62	26,86	41,33	507,18
2002	197,49	101,54	149,11	27,61	48,16	523,91
2003	189,71	106,29	155,12	28,81	45,66	525,59

Sumber: "Statistik Energi Indonesia 2004", Pusat Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral, 2004 (diolah)

Keterkaitan antara sektor energi dengan pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu aspek dalam perencanaan energi. Dalam pengambilan keputusan yang menyangkut perencanaan energi, muncul paradigma baru tentang keterkaitan energi, ekonomi, dan lingkungan (*EEE: Energy-Environment-Economics*). Ini merupakan tanggapan dari adanya kenaikan konsumsi energi untuk memacu pertumbuhan ekonomi dengan kerusakan ekologi/lingkungan sebagai konsekuensi dari kenaikan konsumsi energi. Indonesia juga mengalami permasalahan tersebut di samping permasalahan lain seperti keterbatasan bahan bakar minyak yang merupakan energi andalan saat ini (Sugiyono, 1995).

Kraft dan Kraft (1978) melakukan penelitian mengenai input energi dan produk nasional di Amerika Serikat dengan menggunakan data tahunan 1947 s.d. 1974. Dengan menggunakan metode kausalitas Sims, mereka menemukan kausalitas satu arah, yaitu dari produk nasional ke energi. Lebih lanjut mereka menyatakan pula bahwa meskipun tingkat aktivitas ekonomi mempengaruhi konsumsi energi, tetapi tingkat konsumsi energi tidak mempengaruhi aktivitas ekonomi. Nachane, Nadkarni, dan Karnik (1988) melakukan penelitian untuk mengetahui hubungan antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi di 11 negara berkembang dan 5 negara maju dengan menggunakan metode kointegrasi. Mereka menemukan hubungan jangka panjang antara konsumsi energi dan pertumbuhan

ekonomi di negara-negara tersebut. Masih dan Masih (1996) yang melakukan pengujian terhadap hubungan jangka panjang antara energi dan pendapatan nasional di beberapa negara Asia menemukan hal yang berbeda-beda. Di India, Pakistan dan Indonesia terdapat hubungan jangka panjang, tetapi di Malaysia, Singapura dan Philipina tidak terdapat hubungan jangka panjang antara energi dan pendapatan nasional tersebut. Glausure dan Lee (1997) menemukan pula adanya hubungan dua arah ketika meneliti kausalitas antara konsumsi energi dan PDB di Korea Selatan dan Singapura. Soyta dan Sari (2002) juga menemukan hasil yang lain. Di Argentina, terdapat kausalitas dua arah antara energi dan PDB, sedangkan di Italia dan Korea, terdapat kausalitas searah dari PDB ke konsumsi energi. Kausalitas sebaliknya, dari konsumsi energi ke arah PDB ditemukan di Turki, Perancis, Jerman, dan Jepang. Jumbe (2004) yang melakukan beberapa penelitian dengan mengamati hubungan kausalitas antara konsumsi energi dan PDB, menyebutkan suatu keadaan umum bahwa jika kausalitas bergerak dari konsumsi energi ke arah PDB, berarti ekonomi tergantung kepada energi. Jika terjadi kekurangan energi, maka itu akan berakibat negatif terhadap ekonomi. Hal itu, menurut Jumbe biasanya terjadi di negara yang sedang berkembang (*developing countries*). Jika kausalitas bergerak dari PDB ke arah konsumsi energi, ini berarti ekonomi tidak tergantung pada konsumsi energi dan konservasi di bidang energi tidak berefek negatif terhadap pertumbuhan dan tenaga kerja. Hal ini biasanya terjadi di negara-negara yang sudah maju (*developed countries*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan gambaran di atas, jelas terlihat ada keterkaitan yang erat antara konsumsi energi dan PDB, di mana ketika PDB turun, maka konsumsi energi juga mengalami penurunan. Dapat juga dikatakan bahwa ketika konsumsi energi turun, maka PDB juga mengalami penurunan. kejadian tersebut tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi secara umum juga di negara-negara anggota ASEAN lainnya, sehingga dapat dikatakan bahwa konsumsi energi dan PDB mempunyai keterkaitan antara satu dengan yang lainnya.

Maka dalam penelitian ini penulis menganalisis hubungan antara pengeluaran energi dan PDB (khususnya di Indonesia dan membandingkannya dengan negara tetangga yaitu Malaysia, Thailand, dan Singapura, yang penulis anggap mewakili kawasan Asia Tenggara) secara lebih mendalam lagi, yaitu apakah PDB yang mempengaruhi konsumsi energi atau sebaliknya, konsumsi energi yang mempengaruhi PDB. Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah dalam bentuk pertanyaan, yaitu apakah konsumsi energi yang mempengaruhi PDB di Indonesia, Malaysia, Singapura dan Thailand atau sebaliknya, PDB yang mempengaruhi konsumsi

energi di empat negara ASEAN tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

Penulis berharap agar penelitian ini bisa memberikan manfaat bagi pemerintah untuk menentukan kebijakan yang berkaitan dengan konsumsi energi dan PDB di Indonesia dan dapat membandingkannya dengan kebijakan serupa di negara-negara tetangga. Berdasarkan hasil penelitian ini pemerintah diharapkan memperoleh masukan tentang hubungan yang ada antara konsumsi energi dan PDB di Indonesia.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Sumber Data

Metode yang digunakan untuk membahas permasalahan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif. Variabel yang digunakan adalah konsumsi energi per kapita dan PDB riil per kapita di Indonesia, Malaysia, Thailand, dan Singapura. Konsumsi energi yang digunakan di sini adalah berupa konsumsi energi final yang berasal dari batu bara, minyak bumi, gas alam dan hidro elektrik yang digunakan di dalam negeri pada sektor industri, transportasi, dan rumah tangga. Sedangkan PDB yang digunakan adalah PDB riil dalam US Dollar berdasarkan harga konstan tahun 1990. Seluruh data yang digunakan adalah data sekunder tahunan dari tahun 1970 s.d. 2006 yang bersumber dari Badan PBB yang mengurus masalah statistik (UNSTAT), *British Petroleum (BP) Statistical Review of World Energy*, dan dari sumber-sumber lain yang relevan dengan penelitian ini.

2.2 Metodologi Pengujian

Uji Akar-akar Unit

Uji akar-akar unit (*unit root test*) ditujukan untuk menguji stasioneritas, yang tujuannya adalah untuk mengetahui apakah koefisien tertentu model autoregresif mempunyai nilai lebih dari satu atau tidak (Thomas, 1997). Suatu data dapat dikatakan stasioner apabila pola data tersebut berada pada kesetimbangan disekitar nilai rata-rata yang konstan dan variansi disekitar rata-rata tersebut konstan selama waktu tertentu (Makridakis, dkk., 1999: 61). *Time series* dikatakan stasioner apabila tidak ada unsur *trend* dalam data dan tidak ada unsur musiman atau rata-rata dan variannya tetap. Uji DF dan ADF merupakan uji yang paling banyak digunakan untuk menganalisis stasioneritas data runtun waktu. *Unit root test* dapat dilakukan dengan menaksir model autoregresif dengan OLS sebagai berikut (Insukindro, 1993):

$$DX_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1} + \sum b_i DX_{t-i} \dots\dots\dots(1)$$

$$DX_t = \Phi_0 + \Phi_1 T + \Phi_2 X_{t-1} + \sum d DX_{t-1} \dots\dots\dots(2)$$

Di mana $DX_t = X_t - X_{t-1}$, sedangkan T adalah trend

waktu, X_t adalah variabel yang diteliti pada periode t , dan k adalah jumlah waktu kelambanan, yang dihitung dengan rumus $k = N^{\frac{1}{2}}$. Sedangkan N adalah banyaknya observasi (data). Nilai statistik DF dan ADF untuk hipotesis bahwa $\alpha_1 = 0$ dan $\Phi_2 = 0$ ditunjukkan oleh huruf t pada koefisien regresi X_{t-1} . Kemudian, hal itu dibandingkan dengan nilai statistik DF dan ADF pada tabel untuk mengetahui ada atau tidaknya akar-akar unit.

Uji Derajat Integrasi

Uji derajat integrasi merupakan kelanjutan dari uji akar unit. Apabila setelah dilakukan pengujian akar unit ternyata data belum stasioner, maka dilakukan pengujian ulang dan menggunakan data nilai perbedaan pertamanya. Apabila dengan data nilai perbedaan pertama belum juga stasioner maka selanjutnya dilakukan pengujian dengan data dari perbedaan kedua dan seterusnya hingga data stasioner. Uji dilakukan bila pada *unit root test* (langkah di atas) data yang diamati ternyata belum stasioner (Insukindro, 1993:131). Suatu data runtut waktu X dikatakan berintegrasi pada derajat k atau ditulis $I(d)$, jika data tersebut perlu diturunkan sejumlah d kali untuk menjadi data yang stasioner $I(0)$ (Engel dan Granger, 1987). Pengujian ini dilakukan dengan menaksir model autoregresif dengan OLS, yang merupakan kelanjutan uji akar-akar unit sebagai berikut:

$$DDX_t = \delta_0 + \delta_1 DX_{t-1} + \sum_{i=1}^k f_i DDX_{t-1} \dots \dots \dots (3)$$

$$DDX_t = \Phi_0 + \Phi_1 T + \Phi_2 DX_{t-1} + \sum_{i=1}^h h_i DDX_{t-1} \dots \dots \dots (4)$$

Di mana $DDX_t = DX_t - DX_{t-1}$

Nilai DF dan ADF diperlukan untuk mengetahui pada derajat ke berapa suatu data akan stasioner, yang dapat dilihat pada nisbat t pada koefisien DX_{t-1} pada persamaan (3) dan persamaan (4). Seandainya nilai δ_1 dan Φ_2 sama dengan satu, maka variabel X_t dikatakan stasioner pada diferensiasi pertama atau berintegrasi pada derajat satu atau $I(1)$. Namun apabila nilai δ_1 dan Φ_2 sama dengan nol, maka variabel X belum stasioner pada diferensiasi pertama. Jika belum stasioner juga, maka uji derajat integrasi harus diteruskan untuk memperoleh data yang stasioner (Insukindro,1993:131).

Uji Kausalitas Granger (1969)

Uji kausalitas Granger (1969) sangat bermanfaat terutama bila peneliti ingin mengetahui bagaimana hubungan antara dua variabel ekonomi yang diperkirakan saling mempengaruhi satu dengan lainnya. Pada saat mengidentifikasi suatu variabel sebagai variabel tak bebas (A) dan variabel lainnya

sebagai variabel bebas (B), maka akan dibuat asumsi secara implisit bahwa perubahan variabel B akan menyebabkan perubahan variabel A. Ini adalah ide Granger terhadap konsep kausalitas di mana informasi tentang B diharapkan akan berpengaruh terhadap keadaan distribusi nilai masa datang (*future*) dari A. Granger (1969) menyatakan variabel B dikatakan menyebabkan A, apabila penyertaan nilai-nilai masa lalu B dapat menghasilkan kesimpulan yang lebih baik akan A, dibandingkan jika B tidak digunakan (Thomas, 1997; Gujarati, 2003).

Uji Kausalitas Sims (1972)

Sims (1972) mengajukan metode kausalitas untuk mengetahui ada tidaknya bukti kausalitas satu arah (*unidirectional causality*). Sims berpendapat bahwa ada dua macam teori yang dibutuhkan, yaitu: (1) suatu regresi dari B pada masa lalu, masa kini dan masa datang A; (2) regresi dari A pada masa lalu, masa kini dan masa datang dari B.

Apabila dikaitkan dalam konteks hubungan antara konsumsi energi (E) dan produk domestik bruto (PDB), pengujian model kausalitas Sims dapat dirumuskan sebagai berikut (Gujarati, 2003:712):

$$PDB_t = \sum_{j=-m}^m \alpha_j E_{t+j} + \sum_{j=-n}^n E_{t-j} + \mu_t \dots \dots \dots (5)$$

$$E_t = \sum_{j=-m}^m \lambda_j PDB_{t+j} + \sum_{j=-n}^n \delta_j PDB_{t-j} + ut \dots \dots \dots (6)$$

di mana:

PDB_{t+j} adalah operasi kelambanan (*lag*) dari PDB E_{t-j} adalah operasi kelambanan (*lag*) dari E

PDB_{t+j} adalah nilai masa datang (*future dan lead*) dari PDB E_{t+j} adalah nilai masa datang (*future dan lead*) dari E_t adalah waktu

μ_t dan ut diasumsikan masih saling berkorelasi.

Persamaan (5) menyatakan bahwa nilai variabel PDB sekarang (PDB_t) dihubungkan dengan nilai masa depan dan masa lalu dari konsumsi energi (E_{t+j} dan E_{t-j}). Persamaan (6) juga menyatakan hal yang sama untuk variabel konsumsi energi sekarang (E_t) dihubungkan dengan masa depan dan masa lalu dari PDB (PDB_{t+j} dan PDB_{t-j}).

Dalam analisis ini pengujian belum dapat langsung dilakukan karena μ_t dan u_t pada persamaan (5) dan (6) diasumsikan saling berkorelasi atau dipandang belum memiliki *white noise*. Oleh karena itu, Sims (1972) mengusulkan untuk melakukan filterisasi untuk mengatasi kesulitan penerapan data time series terhadap masing masing variabel, yaitu dengan $(1-0,75B)^2$, di mana B adalah jumlah lag, yang menghasilkan suatu bentuk transformasi variabel

sebagai berikut (Sims, 1972):

$$FPDB_t = (1-0,75B)^2 PDB_t \dots\dots\dots(7)$$

$$FE_t = (1-0,75B)^2 E_t \dots\dots\dots(8)$$

Menurut Sims, filterisasi dimaksudkan untuk meratakan kepadatan ruang hampir semua deret runtut waktu (*time series*), sehingga bisa digunakan dalam uji kausalitas menurut teorema Sims, karena residualnya mempunyai sifat *white noise* (Sims, 1972:545).

Uji Kausalitas Granger dengan *Final Prediction Error Criteria of Hsiao* (FPE)

Granger (1969) menyatakan bahwa suatu variabel X akan berpengaruh terhadap Y, apabila nilai-nilai lag X yang disertakan akan dapat memberikan estimasi yang lebih baik pada variabel Y, dibandingkan jika variabel X tidak disertakan. Uji kausalitas Granger (1969) ini mempunyai peranan yang vital dalam analisis runtut waktu, dalam hal pengujian terhadap hubungan kausalitas antar variabel-variabel ekonomi yang diperkirakan mempunyai keterkaitan. Hal ini memberikan manfaat yang besar bagi para teoritis dan praktisi ekonometrika. Namun demikian uji kausalitas Granger tidak luput dari berbagai kritikan, di antaranya adalah dalam menentukan panjangnya kelambanan (*time-lag*) yang ditentukan secara arbitrer, sehingga dimungkinkan masih terdapat korelasi serial pada residual (*error term*) (Arief, 1993). Apabila rentang lag terlalu kecil, maka hasil estimasi akan bias dan akan memberikan hasil yang menyesatkan. Sebaliknya bila rentang lag terlalu besar, maka hasil estimasi menjadi tidak efisien.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Indonesia

Hasil Uji Akar-akar Unit dan Uji Derajat Integrasi

Hasil uji akar-akar unit dan uji derajat integrasi untuk kasus Indonesia disajikan dalam tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Uji Akar-akar Unit dan Derajat Integrasi (Indonesia)

VARIA-BEL	Uji Akar-akar Unit		Uji Derajat Integrasi Pertama	
	DF	ADF	DF	ADF
LOG_E	-3.102427	-1.145808	-3.219123	-4.430154
LOG_PDB	-1.618705	-1.891095	-3.755465	-3.998863

Dari hasil estimasi uji akar-akar unit terlihat bahwa kedua variabel di atas tidak ada yang stasioner pada arahnya, tetapi saat dilakukan uji derajat integrasi pertama, variabel-variabel tersebut sudah stasioner.

Hasil Uji Kausalitas Granger (1969)

Pengujian kausalitas Granger (1969) penulis lakukan dengan estimasi terhadap dua buah persamaan, di mana dalam persamaan pertama (persamaan a) konsumsi energi merupakan variabel dependen, sedangkan pada persamaan b, PDB merupakan variabel dependennya.

$$LOG_E_t = \alpha_1 + \sum_{i=1}^m \beta_i LOG_E_{t-i} + \sum_{j=1}^n \lambda_j LOG_PDB_{t-j} + u_t \dots\dots\dots(a)$$

dan

$$LOG_PDB_t = \alpha_2 + \sum_{i=1}^m \gamma_i LOG_PDB_{t-i} + \sum_{j=1}^n \delta_j LOG_E_{t-j} + \epsilon_t \dots\dots\dots(b)$$

Dimana:

D Et = konsumsi energi per kapita

PDBt = PDB riil per kapita

dalam kedua persamaan di atas, penentuan panjangnya lag variabel bebas ditentukan sama dengan penentuan panjangnya lag kointegrasi, yaitu $N^{1/3}$, dimana N adalah jumlah observasi. Dengan demikian, dalam penelitian ini, panjang lag optimal adalah tiga.

Hasil pengujian kausalitas Granger (1969) dengan menggunakan persamaan di atas antara PDB dan konsumsi energi ditunjukkan oleh tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Uji Kausalitas Granger (1969) untuk kasus Indonesia

Dependent Variable: LOG_E			Dependent Variable: LOG_PDB		
Variable	Coefficient	t-Statistic	Variable	Coefficient	t-Statistic
C	-0.145921	-0.35228	C	0.584176	1.92883
LOG_E(-1)	0.620771	3.25251	LOG_PDB(-1)	1.185380	5.62043
LOG_E(-2)	0.436525	1.95373	LOG_PDB(-2)	-0.408169	-1.30566
LOG_E(-3)	-0.273991	-1.63341	LOG_PDB(-3)	0.056337	0.27232
LOG_PDB(-1)	0.239428	0.83007	LOG_E(-1)	-0.019311	-0.13838
LOG_PDB(-2)	-0.656752	-1.53609	LOG_E(-2)	0.024592	0.15053
LOG_PDB(-3)	0.636930	2.25113*	LOG_E(-3)	0.090160	0.73511
R-squared	0.992035		R-squared	0.991767	
F-statistic	560.4736		F-statistic	542.1041	
D-W stat	2.244573		D-Watson stat	1.981632	

Ket.: *Signifikan pada tingkat 5%.

Berdasarkan hasil uji di atas, dalam kasus Indonesia ini terlihat bahwa PDB berpengaruh positif terhadap konsumsi energi dan sebaliknya konsumsi energi tidak mempengaruhi pertumbuhan PDB. Seperti telah disinggung dalam bab sebelumnya, apabila kausalitas bergerak dari PDB ke konsumsi energi, berarti Indonesia bisa melakukan konservasi energi tanpa mengganggu PDB riil. Konservasi energi sangat diperlukan, sebab hampir semua negara di dunia ingin melepaskan diri dari ketergantungan yang sangat tinggi terhadap energi minyak bumi. Hal ini dikarenakan semakin menipisnya cadangan minyak serta adanya kesadaran akan dampak negatif penggunaan energi minyak itu terhadap udara dan lingkungan. Menurut Yusgiantoro (2000), secara umum konservasi ada 2 macam, yaitu: (1) dari sisi penawaran, konservasi diperuntukkan bagi kontinuitas penawaran dengan cara hemat energi sehingga dapat digunakan oleh generasi berikutnya; (2) dari sisi permintaan, dilakukan dengan mempertahankan output optimal.

Yang juga harus diperhatikan adalah, menurut kausalitas Granger ini, setiap kenaikan PDB sebesar

1% akan menaikkan konsumsi energi sebesar 0,637%. Dalam pandangan konservasi energi, kenyataan ini menimbulkan kekhawatiran bahwa semakin lama konsumsi energi primer membesar seiring dengan meningkatnya pendapatan masyarakat yang tercermin pada PDB. Hal-hal yang dapat dilakukan agar penggunaan energi primer dapat ditekan, antara lain pengembangan sumber sumber energi alternatif, baik yang terbarukan maupun tidak terbarukan serta harapan akan penemuan teknologi baru yang bisa lebih menghemat energi primer yang biasa dipakai.

Hasil Uji Kausalitas Sims (1972)

Pengujian kausalitas Sims (1972) adalah alternatif dari uji kausalitas Granger (1969), namun uji kausalitas ini lebih ditujukan untuk melihat apakah terdapat bukti kausalitas satu arah (*unidirectional causality*). Dalam penelitian ini, ditentukan terlebih dahulu panjangnya lead untuk variabel dependen yaitu 1 lead dan 3 lag untuk variabel independen. Hasil estimasi uji kausalitas Sims (1972) terdapat dalam tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Uji Kausalitas Sims (1972) untuk kasus Indonesia

Dependent Variable: FLOG_E			Dependent Variable: FLOG_PDB		
variable	Coefficient	t-Statistic	Variable	Coefficient	t-Statistic
C	-4.870168	-10.40178	C	4.135281	13.66404
FLOG_PDB(1)	0.716972	2.707976*	FLOG_E(1)	0.358708	1.85905**
FLOG_PDB(-1)	0.234140	0.460254	FLOG_E(-1)	0.122539	0.454965
FLOG_PDB(-2)	-0.493522	-0.764392	FLOG_E(-2)	-0.067425	-0.247962
FLOG_PDB(-3)	0.890953	2.191383*	FLOG_E(-3)	0.278656	1.421909
R-squared	0.976260		R-squared	0.970468	
F-statistic	287.8647		F-statistic	230.0295	
D-W stat	0.677764		D-W stat	0.534639	

Ket. : * Signifikan pada tingkat 5%, ** Signifikan pada tingkat 10%.

Dari hasil uji kausalitas Sims untuk kasus Indonesia di atas, ternyata hasilnya mendukung estimasi dengan kausalitas Granger (1969), yaitu adanya pola kausalitas satu arah dari PDB per kapita ke konsumsi energi per kapita. Hal tersebut terlihat dari signifikannya nilai koefisien lag variabel PDB pada tahun ke-3 dan signifikannya variabel lead konsumsi energi.

Dalam uji kausalitas Sims (1972), penentuan panjangnya lag dan lead tidak ditentukan secara pasti (arbitrer), sehingga apabila jumlah lag dan lead di atas belum memberikan hasil yang signifikan, dapat dilakukan lagi dengan jumlah lag dan lead lainnya. Namun karena dalam kasus Indonesia ini sudah terlihat jelas arah kausalitasnya, maka pengujian dengan jumlah lag dan lead yang lain tidak perlu dilakukan.

3.2 Malaysia

Hasil Uji Akar-akar Unit dan Uji Derajat Integrasi

Hasil uji akar-akar unit dan uji derajat integrasi untuk kasus Malaysia disajikan dalam tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Uji Akar-akar Unit dan Derajat Integrasi (Malaysia)

VARIABEL	Uji Akar-akar Unit		Uji Derajat Integrasi Pertama	
	DF	ADF	DF	ADF
LOG_E-M	-2.305903	-1.472092	-4.205878	-4.911367
LOG_PDB-M	-1.054244	-2.301968	-4.005409	-4.006246

Dari hasil estimasi uji akar-akar unit terlihat bahwa kedua variabel di atas tidak ada yang stasioner pada akar-akar unitnya. Untuk itu dilakukan uji

derajat integrasi pertama. Pada uji derajat integrasi pertama ini, terlihat bahwa kedua variabel sudah

stasioner, sehingga bisa dilakukan proses selanjutnya.

Hasil Uji Kausalitas Granger (1969)

Tabel 6. Hasil Uji Kausalitas Granger (1969) untuk kasus Malaysia

Dependent Variable: LOG_E_M			Dependent Variable: LOG_PDB_M		
Variable	Coefficient	t-Statistic	Variable	Coefficient	t-Statistic
C	0.187094	0.49347	C	0.602234	2.05899
LOG_E(-1)_M	0.871653	4.58736	LOG_PDB(-1)_M	1.068098	5.79168
LOG_E(-2)_M	-0.076454	-0.30835	LOG_PDB(-2)_M	-0.102517	-0.41365
LOG_E(-3)_M	0.136431	0.74064	LOG_PDB(-3)_M	-0.098931	-0.61741
LOG_PDB(-1)_M	0.275174	1.15111	LOG_E(-1)_M	0.004573	0.03120
LOG_PDB(-2)_M	-0.523758	-1.63036	LOG_E(-2)_M	-0.258488	-1.35133
LOG_PDB(-3)_M	0.295203	1.42126	LOG_E(-3)_M	0.324232	2.28157*
R-squared	0.994394		R-squared	0.992481	
F-statistic	798.1730		F-statistic	593.9691	
D-W stat	2.084274		D-Watson stat	2.018964	

Hasil Uji Kausalitas Sims (1972)

Tabel 7. Hasil Uji Kausalitas Sims (1972) untuk kasus Malaysia

Dependent Variable: FLOG_E_M			Dependent Variable: FLOG_PDB_M		
variable	Coefficient	t-Statistic	Variable	Coefficient	t-Statistic
C	-6.587067	-8.73909	C	5.49635	0.0000
FLOG_PDB(1)	0.770322	2.00575	FLOG_E(1)	0.16228	0.5300
FLOG_PDB(-1)	0.380894	0.56398	FLOG_E(-1)	0.27982	0.4511
FLOG_PDB(-2)	-0.653712	-0.81585	FLOG_E(-2)	-0.21940	0.6219
FLOG_PDB(-3)	0.941517	1.92237	FLOG_E(-3)	0.40105	0.2364
R-squared	0.960328		R-squared	0.953932	
F-statistic	169.4487		F-statistic	144.9490	
D-W stat	0.313253		D-W stat	0.249800	

Hasil Uji Kausalitas Granger (1969) dengan FPE

Tabel 8. Hasil Uji Kausalitas Granger (1969) dengan FPE untuk kasus Malaysia

Dependent Variable: LOG_E_M			Dependent Variable: LOG_PDB_M		
Variable	Coefficient	t-Statistic	Variable	Coefficient	t-Statistic
C	0.080554	0.24830	C	0.412438	1.50021
LOG_E_M(-1)	0.934972	14.6911	LOG_PDB_M(-1)	1.053005	6.51261
LOG_PDB_M(-1)	0.055227	0.57598	LOG_PDB_M(-2)	-0.149248	-0.97009
			LOG_E_M(-1)	0.053411	1.00040
R-squared	0.994858		R-squared	0.991908	
F-statistic	3192.249		F-statistic	1266.670	
D-W stat	2.068839		D-W stat	1.977703	

Dari ketiga uji kausalitas untuk kasus Malaysia di atas, ternyata terdapat 2 hasil yang berbeda. Dengan uji kausalitas Granger (1969), terlihat bahwa konsumsi energi mempunyai pengaruh terhadap PDB riil, tetapi dengan pengujian menggunakan kausalitas

Sims (1972) dengan 1 lead dan 3 lag maupun 3 lag dan 3 lead tidak terjadi hubungan yang searah maupun dua arah. Demikian juga saat dilakukan uji kausalitas Granger yang dipadukan dengan FPE, ternyata tidak terdapat hubungan kausalitas di antara

keduanya. Dapat disimpulkan bahwa di Malaysia cenderung tidak terdapat saling ketergantungan (independence) antara konsumsi energi dan PDB-nya. Ini mengandung arti bahwa kenaikan dan penurunan konsumsi energi tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan

maupun penurunan pendapatan nasional, konservasi energi yang ada, seperti gerakan penghematan energi tidak mengurangi laju pertumbuhan pendapatan nasional. Serta sebaliknya, pendapatan nasional yang tercermin dari PDB tidak menjadi pemicu kenaikan maupun penurunan konsumsi energi.

3.3 Singapura

Hasil Uji Akar-akar Unit dan Uji Derajat Integrasi

Tabel 9. Hasil Uji Akar-akar Unit dan Derajat Integrasi (Singapura)

VARIABEL	Uji Akar-akar Unit		Uji Derajat Integrasi Pertama	
	DF	ADF	DF	ADF
LOG_E	-0.367438	-1.558127	-4.274274	-4.240725
LOG_PDB	-1.449049	-2.412538	-4.166864	-4.284874

Untuk kasus Singapura ini, hasilnya ternyata tidak berbeda dengan Indonesia dan Malaysia. Dari hasil estimasi uji akar-akar unit terlihat bahwa kedua variabel di atas tidak ada yang stasioner pada

akar-akar unitnya. Untuk itu dilakukan uji derajat integrasi pertama. Pada uji derajat integrasi pertama ini, terlihat bahwa kedua variabel sudah stasioner, sehingga bisa dilakukan proses selanjutnya.

Hasil Uji Kausalitas Granger (1969)

Tabel 10. Hasil Uji Kausalitas Granger (1969) untuk kasus Singapura

Dependent Variable: LOG_E			Dependent Variable: LOG_PDB		
Variable	Coefficient	t-Statistic	Variable	Coefficient	t-Statistic
C	0.138947	0.48179	C	0.170442	1.241473
LOG_E(-1)_S	0.715712	3.92595*	LOG_PDB(-1)_S	1.055698	5.571824*
LOG_E(-2)_S	0.079178	0.39794	LOG_PDB(-2)_S	-0.484121	-1.82841**
LOG_E(-3)_S	-0.081190	-0.50750	LOG_PDB(-3)_S	0.314585	1.79377**
LOG_PDB(-1)_S	0.632941	1.59026	LOG_E(-1)_S	0.127084	1.464368
LOG_PDB(-2)_S	-0.454604	-0.81734	LOG_E(-2)_S	0.066291	0.699878
LOG_PDB(-3)_S	0.076571	0.20785	LOG_E(-3)_S	-0.085435	-1.121824
R-squared	0.976888		R-squared	0.995963	
F-statistic	190.2058		F-statistic	1110.137	
D-W stat	1.943935		D-Watson stat	2.131299	

Hasil Uji Kausalitas Sims (1972)

Tabel 11. Hasil Uji Kausalitas Sims (1972) untuk kasus Singapura

Dependent Variable: FLOG_E_S			Dependent Variable: FLOG_PDB_S		
variable	Coefficient	t-Statistic	Variable	Coefficient	t-Statistic
C	0.035836	0.060165	C	-0.785402	-1.355636
FLOG_PDB(1)	1.033057	3.476240*	FLOG_E(1)	0.559535	3.090843*
FLOG_PDB(-1)	0.581483	1.084791	FLOG_E(-1)	-0.002518	-0.009149
FLOG_PDB(-2)	0.125577	0.182666	FLOG_E(-2)	0.303634	1.128500
FLOG_PDB(-3)	-0.820542	-1.82032**	FLOG_E(-3)	0.268472	1.227661
R-squared	0.961229		R-squared	0.961920	
F-statistic	173.5455		F-statistic	176.8258	
D-W stat	0.785709		D-W stat	0.341609	

Hasil Uji Kausalitas Granger (1969) dengan FPE

Tabel 12. Hasil Uji Kausalitas Granger (1969) dengan FPE untuk kasus Singapura

Dependent Variable: LOG_E_S			Dependent Variable: LOG_PDB_S		
Variable	Coefficient	t-Statistic	Variable	Coefficient	t-Statistic
C	-0.399540	-1.35474	C	0.145340	1.07219
LOG_E_S(-1)	0.380105	2.15964	LOG_PDB_S(-1)	0.932024	14.3284
LOG_E_S(-2)	0.180718	1.14354	LOG_E_S(-1)	0.085154	0.88239
LOG_E_S(-3)	0.392460	3.75931	LOG_E_S(-2)	0.094695	0.85217
LOG_PDB_S(-1)	0.710422	2.0668**	LOG_E_S(-3)	-0.032147	-0.32588
LOG_PDB_S(-2)	-0.324191	-0.68666	LOG_E_S(-4)	-0.087205	-1.09427
LOG_PDB_S(-3)	-0.306434	-0.93864			
R-squared	0.982832		R-squared	0.995152	
F-statistic	228.9873		F-statistic	1108.541	
D-W stat	2.024252		D-W stat	1.776214	

Ket.: **signifikan pada 5%.

Dari ketiga uji kausalitas untuk kasus Singapura ini, ternyata secara umum hasil estimasi yang diperoleh sama dengan Indonesia, yaitu terjadi kausalitas satu arah dari PDB riil yang mempengaruhi konsumsi energi. Memang dengan uji kausalitas Granger (1969), tidak ada hasil yang signifikan saat konsumsi energi menjadi variabel dependen maupun PDB-nya yang menjadi variabel dependen. Tetapi dengan pengujian kausalitas Sims (1972) menggunakan 1 lead dan 3 lag, terlihat bahwa PDB mempengaruhi konsumsi energi, Kausalitas satu arah dari PDB ke Konsumsi Energi (unidirectional causality from GDP to Energy Consumption), terjadi jika koefisien yang diestimasi pada nilai masa lalu PDB (di mana koefisien kelambanan PDB signifikan dan koefisien lead term konsumsi energi juga signifikan). Demikian juga saat dilakukan estimasi dengan pengujian kausalitas Granger yang dipadukan dengan FPE, terlihat bahwa

PDB mempengaruhi konsumsi energi dan konsumsi energi tidak signifikan mempengaruhi PDB.

Dari hasil estimasi terhadap kasus Singapura ini, hipotesis awal yang menyatakan bahwa kausalitas bergerak dari PDB ke konsumsi energi, yang artinya perubahan PDB akan mempengaruhi konsumsi energi, adalah benar. Hal tersebut menandakan bahwa konservasi energi yang dilakukan oleh Singapura sudah tepat. Singapura adalah negara yang unik, karena negara tersebut tidak mempunyai sumber daya alam penghasil energi, tetapi berhasil menciptakan dan memperoleh nilai tambah dari pengubahan bahan energi yang masih mentah menjadi bahan energi siap pakai (misal: minyak bumi dan gas) dan diekspor kembali ke negara lain termasuk Indonesia sebagai penghasil bahan energi mentah.

3.4 Thailand

Hasil Uji Akar-akar Unit dan Uji Derajat Integrasi

Tabel 13. Hasil Uji Akar-akar Unit dan Derajat Integrasi (Thailand)

VARIABEL	Uji Akar-akar Unit		Uji Derajat Integrasi Pertama	
	DF	ADF	DF	ADF
LOG_E	-0.541313	-2.053455	-3.601086	-3.554950
LOG_PDB	-0.829776	-2.090651	-3.346831	-3.375028

Hasil Uji Kausalitas Granger (1969)

Tabel 14. Hasil Uji Kausalitas Granger (1969) untuk kasus Thailand

Dependent Variable: LOG_E_T			Dependent Variable: LOG_PDB_T		
Variable	Coefficient	t-Statistic	Variable	Coefficient	t-Statistic
C	-0.557044	-2.02568	C	0.023037	0.09026
LOG_E(-1)	1.113715	5.74362	LOG_PDB(-1)	1.436650	6.61257
LOG_E(-2)	-0.428793	-1.51679	LOG_PDB(-2)	-0.488406	-1.43362
LOG_E(-3)	0.158421	0.88453	LOG_PDB(-3)	0.078554	0.34066
LOG_PDB(-1)	0.611534	2.6126**	LOG_E(-1)	0.174803	0.97123
LOG_PDB(-2)	-0.445147	-1.21282	LOG_E(-2)	-0.400706	-1.52709
LOG_PDB(-3)	0.050598	0.20367	LOG_E(-3)	0.196027	1.17917
R-squared	0.997211		R-squared	0.995636	
F-statistic	1608.790		F-statistic	1026.577	
D-W stat	1.959487		D-Watson stat	1.924514	

Hasil Uji Kausalitas Sims (1972)

Tabel 15. Hasil Uji Kausalitas Sims (1972) untuk kasus Thailand

Dependent Variable: FLOG_E			Dependent Variable: FLOG_PDB		
variable	Coefficient	t-Statistic	Variable	Coefficient	t-Statistic
C	-5.080646	-13.9745	C	4.067912	24.2296
FLOG_PDB(1)	0.205791	0.87620	FLOG_E(1)	0.776346	5.58848
FLOG_PDB(-1)	0.965977	1.67361	FLOG_E(-1)	0.128676	0.38262
FLOG_PDB(-2)	-0.561610	-0.74005	FLOG_E(-2)	-0.092503	
FLOG_PDB(-3)	0.712417	1.6839**	FLOG_E(-3)	-0.080008	-0.21289
R-squared	0.984973		R-squared	0.985206	-0.32749
F-statistic	458.8257		F-statistic	466.1500	
D-W stat	0.311624		D-W stat	0.338158	

Hasil Uji Kausalitas Granger (1969) dengan FPE

Tabel 16. Hasil Uji K. Granger (1969) dengan FPE untuk kasus Thailand

Dependent Variable: LOG_E_T			Dependent Variable: LOG_PDB_T		
Variable	Coefficient	t-Statistic	Variable	Coefficient	t-Statistic
C	-0.581195	-1.72406	C	-0.020662	-0.07222
LOG_E_T(-1)	1.138335	3.69317	LOG_PDB_T(-1)	1.528266	5.19671
LOG_E_T(-2)	-0.473487	-1.31030	LOG_PDB_T(-2)	-0.492693	-1.75797
LOG_E_T(-3)	0.264593	0.84187	LOG_E_T(-1)	0.070890	0.25912
LOG_E_T(-4)	-0.097077	-0.50151	LOG_E_T(-2)	-0.344033	-1.07046
LOG_PDB_T(-1)	0.602602	1.8093***	LOG_E_T(-3)	0.271324	1.01107
LOG_PDB_T(-2)	-0.426850	-0.98362	LOG_E_T(-4)	-0.031403	-0.21337
LOG_PDB_T(-3)	-0.065882	-0.16385			
LOG_PDB_T(-4)	0.119771	0.44940			
R-squared	0.997069		R-squared	0.995278	
F-statistic	1020.522		F-statistic	913.4251	
D-W stat	2.051861		D-W stat	1.931744	

Ket. : *** signifikan pada 10%.

Hasil estimasi ketiga pengujian terhadap kasus di Thailand ini adalah terjadinya kausalitas satu arah dari PDB riil yang mempengaruhi konsumsi energi (unidirectional causality from GDP to Energy Consumption). Dengan uji terlihat bahwa dengan tingkat signifikansi 5%, PDB pada tahun ini mempengaruhi konsumsi energi setahun mendatang. Demikian juga ketika dilakukan estimasi menggunakan kausalitas Sims (1972) dengan 1 lead dan 3 lag, terbukti pula bahwa PDB mempengaruhi konsumsi energi, Kausalitas satu arah dari PDB ke Konsumsi Energi (unidirectional causality from GDP to Energy Consumption), terjadi jika koefisien yang diestimasi pada nilai masa lalu PDB (di mana koefisien kelambanan PDB signifikan dan koefisien lead term konsumsi energi juga signifikan). Demikian juga saat dilakukan estimasi dengan pengujian kausalitas Granger yang dipadukan dengan FPE, terlihat bahwa PDB mempengaruhi konsumsi energi dan konsumsi energi tidak signifikan mempengaruhi PDB.

Thailand sebagai negara yang hampir semua sumber energi berasal dari impor memang sangat hati-hati dalam menggunakan sumber daya energinya. Menurut Nugroho (2005), kehati-hatian Thailand dalam penggunaan energi tercermin pada keseriusan mereka dalam membentuk suatu Dewan Konservasi Energi, yang bertugas antara lain menata manajemen energi nasional, mengatur konservasi energi untuk sektor industri, komersial dan rumah tangga.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian Kausalitas Granger (1969), Kausalitas Sims (1972) dan Kausalitas Granger dengan FPE terhadap data konsumsi energi riil per kapita dan PDB riil per kapita di Indonesia, Malaysia, Singapura dan Thailand, didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Terjadi hubungan kausalitas satu arah dari PDB ke konsumsi energi selama periode penelitian di 3 negara yaitu Indonesia, Singapura dan Thailand. Hal ini menunjukkan bahwa di ketiga Negara tersebut, kenaikan PDB akan menaikkan konsumsi energi. Fenomena umum di Indonesia, masyarakat yang tidak mampu membeli kendaraan bermotor akan menggunakan kendaraan umum ketika berangkat atau pulang beraktivitas. Namun ketika pendapatannya naik, mereka akan membeli kendaraan bermotor yang diinginkan dan beraktivitas menggunakan kendaraan bermotor tersebut. Akibatnya, konsumsi bahan bakar masyarakat menjadi bertambah.

Untuk kasus Malaysia, tidak ditemukan adanya hubungan kausalitas antara konsumsi energi dan PDB.

Hasil analisis tersebut menandakan bahwa secara umum di negara-negara Asia Tenggara, pertumbuhan ekonomi yang tercermin dari perubahan PDB riilnya tidak dipengaruhi oleh konsumsi energi. Ini bertentangan dengan pernyataan Jumbe (2004) yang mengatakan bahwa di negara-negara sedang berkembang, kausalitas umumnya dari konsumsi energi ke PDB atau konsumsi energi ke pertumbuhan ekonomi.

4.2 Saran

Dengan adanya kausalitas satu arah dari PDB ke konsumsi energi, yang berarti bahwa kenaikan pendapatan masyarakat secara umum akan menyebabkan kenaikan konsumsi energi. Sebagai contoh masyarakat yang tadinya tidak memiliki kendaraan bermotor, dengan adanya kenaikan pendapatan akhirnya bisa membeli kendaraan bermotor, yang tentunya meningkatkan konsumsi bahan bakar. Ini menjadi tantangan bagi pemerintah Indonesia untuk melaksanakan konservasi energi, baik yang dilakukan dengan cara penghematan pemakaian energi primer, maupun dengan melakukan upaya penggunaan energi alternatif yang renewable, seperti *bioenergy*, tenaga angin, panas bumi dan lainnya yang potensinya masih belum banyak terpakai.

Bagi peneliti sejenis berikutnya, ada baiknya diperkaya dengan khazanah baru seperti konsumsi energi per jenis energi (minyak bumi, batu bara, gas dan lainnya) atau per sektor (sektor industri, transportasi, rumah tangga dan lainnya), agar bisa diketahui proporsi pengaruh masing-masing terhadap PDB atau pertumbuhan ekonomi.

REFERENSI

- Arief, Sritua, 1993. Metodologi Penelitian Ekonomi. UI-Press, Jakarta.
- Chontanawat, Jaruwan, Lester C. Hunt dan Richard Pierse, 2006. Causality Between Energy Consumption and GDP: Evidence from 30 OECD and 78 non-OECD Countries, Surrey Energy Discussion Paper Series, 1-58.
- Engle, Robert F. dan C.W.J. Granger, 1987. Cointegration and Error Correction Representation, Estimation and Testing, *Econometrica*, Vol.55, No.2: 251-279.
- Glausure, Y.U. dan A.R. Lee, 1997. Cointegration, error correction and the relationship between GDP and energy: the case of South Korea and Singapore. *Resource and Energy Economics*, 20, 17-25.
- Granger, C. W. J., 1969. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods. *Econometrica*, 36: 424-438.
- Gujarati, Damodar N., 2003. Basic Econometrics, 4th edition, International Edition, McGraw Hill.

Insukindro, 1993. *Penyusunan Model Ekonomi*, Pusat Antar Universitas Universitas (PAU) Gadjah Mada, Yogyakarta.

Jumbe, C.B.L. 2004. Cointegration and Causality Between Electricity Consumption and GDP: Empirical Evidence from Malawi, *Energy Economics*, 26(1), 61-68.

Kraft, J. dan A. Kraft, 1978. Relationships Between Energy and GNP, *Journal of Energy and Development* 3(2), 401-403.

Makridakis, S., Wheelwright, S.C., dan McGee V. Alih bahasa Ir. Hari Suminto, 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Edisi Kedua. Binarupa Aksara, Jakarta.

Masih, A.M.M. dan R. Masih, 1996. Energy consumption, real income and temporal causality: results from a multi-country study based on cointegration and error-correction modeling techniques, *Energy Economics*, 18, 165-183.

Nachane, D.M. Nadkarni, R.M. dan A.V. Karnik, 1988. Co-integration and Causality Testing of The Energy-GDP Relationship: A cross-country study, *Applied Economics* 20, 1511-1531.

Sugiyono, Agus, 1995. *Strategi Penyediaan Energi yang Berkesinambungan*, Laporan Teknis BPPT, Desember 1995

Soytas, U. dan R. Sari, 2002. Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets, *Energy Economics*, 25(1), 33-37

Sims, C.A., 1972. Money, Income, and Causality. *The American Economic Review*, 62: 540-552.

Thomas, R.L., 1997. *Modern Econometrics: An Introduction*, Addison Wesley.

Yusgiantoro, Purnomo, 2000. *Ekonomi Energi: Teori dan Praktek*, LP3ES, Jakarta.

Sumber internet: <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>