

Penggunaan Sumber Tenaga, Guna Tenaga dan Pertumbuhan Ekonomi di Malaysia: Analisis Sebab-Penyebab

**Selamah Maamor
Rizaudin Sahlan**

ABSTRAK

Tujuan kajian ini adalah untuk melihat hubungan antara penggunaan sumber tenaga, guna tenaga dan pertumbuhan ekonomi di Malaysia dengan menggunakan pendekatan ujian sebab-penyebab. Ujian ini untuk melihat kewujudan hubungan jangka panjang antara gunatenaga dan penggunaan sumber tenaga yang merangkumi penggunaan petroleum (OIL), penggunaan elektrik (ELEC) dan penggunaan arang batu (COIL). Disamping itu, kajian ini juga ingin melihat hubungan penggunaan setiap jenis tenaga dengan pertumbuhan ekonomi dan hubungan guna tenaga dengan pertumbuhan ekonomi. Apakah wujud hubungan yang jelas antara ketiga-tiga pembolehubah secara sehalu atau hubungan berbilang. Kajian ini akan menjawab persoalan tersebut dengan mengaplikasikan penggunaan ujian model VAR tanpa kekangan dan model VECM. Hasil kajian ini menunjukkan wujudnya hubungan bagi ketiga-tiga pembolehubah tersebut.

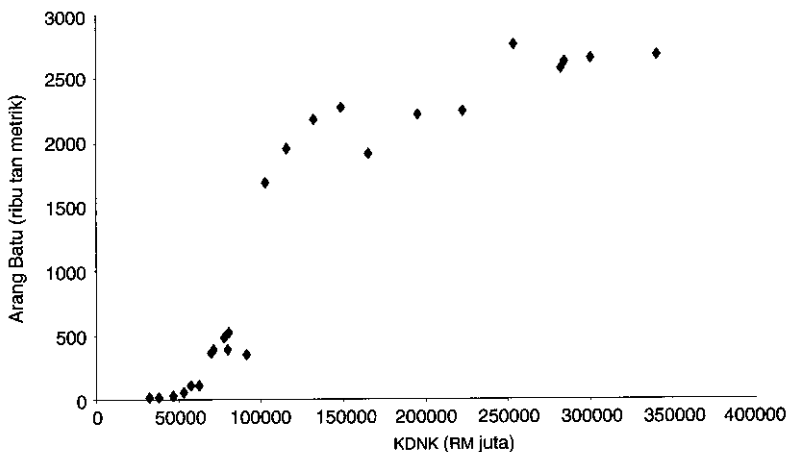
ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the causal relationship between energy consumption, employment and economic growth. This research is to determine the long-run relationship between employment and energy consumption where they are including oil, coal and electricity consumption. Beside that, this research also would like to see the relationship between every single energy and the economic growth and also the employment with economic growth. Is it have direct relationship or numeral relationship between the three variable. This research will answer the question with applying Vector Analysis Regression (VAR) without constraint and Vector Error Correction Model (VECM). This research expected that the relationship between three of the variable exist.

PENGENALAN

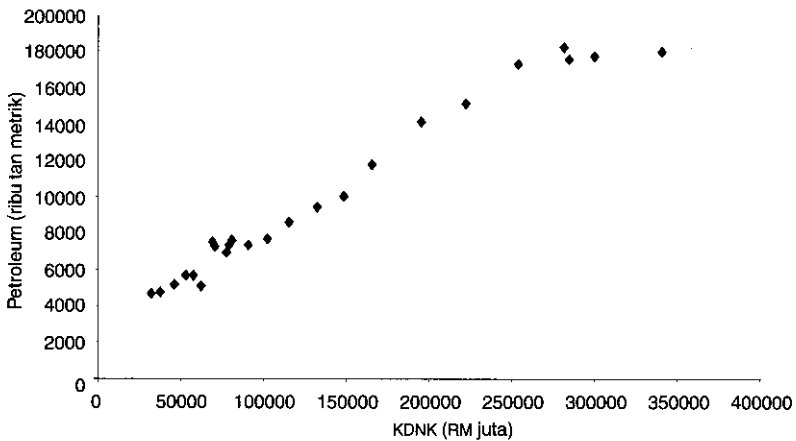
Sejajar dengan pertumbuhan ekonomi negara, penggunaan sumber tenaga yang merangkumi penggunaan petroleum, elektrik dan arang batu turut meningkat bagi menjana pertumbuhan ekonomi. Bekalan tenaga ini adalah untuk memenuhi permintaan tenaga bagi tujuan perindustrian selain memenuhi permintaan akhir isi rumah. Sektor perindustrian merupakan pengguna sumber tenaga yang terbesar menggunakan 37.1 peratus daripada jumlah permintaan akhir tenaga komersil pada tahun 2000, diikuti oleh sektor pengangkutan sebanyak 36.2 peratus seterusnya sektor kediaman dan komersial 12.7 peratus. Jumlah bekalan tenaga dalam tempoh RMKe-7 telah meningkat pada kadar purata 5.3 peratus setahun. Sumber utama bekalan tenaga ialah minyak mentah dan keluaran petroleum yang merupakan 53.1 peratus daripada jumlah bekalan tenaga tahun 2000 diikuti oleh gas asli 37.1 peratus dan arang batu 5.4 peratus. (Rancangan Malaysia Ke-8 2001)

Pertumbuhan penggunaan sumber tenaga adalah seiring dengan pertumbuhan ekonomi negara dan ini dapat dilihat dalam Rajah 1, Rajah 2 dan Rajah 3. Berdasarkan kepada rajah tersebut, jelas menunjukkan bahawa pertumbuhan KDNK negara adalah seiring dengan pertumbuhan penggunaan arang batu, petroleum dan elektrik. Dalam tempoh lima (5) tahun iaitu dari tahun 1995 hingga 2000, ekonomi negara telah men-



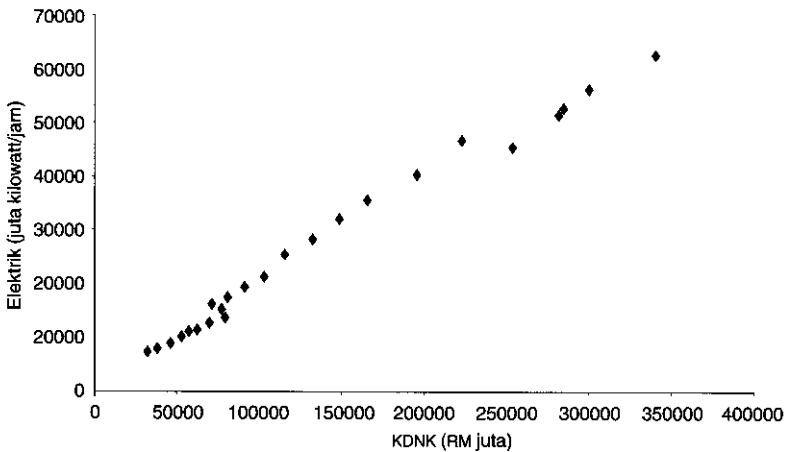
Sumber: Laporan Ekonomi. (Pelbagai tahun)

RAJAH 1. Hubungan Antara KDNK dan Penggunaan Arang Batu



Sumber: Laporan Ekonomi. (Pelbagai tahun)

RAJAH 2. Hubungan Antara KDNK dan Penggunaan Petroleum



Sumber: Laporan Ekonomi. (Pelbagai tahun)

RAJAH 3. Hubungan antara KDNK dan Penggunaan Elektrik

catatkan pertumbuhan purata 4.7 peratus. Ini seiring dengan pertumbuhan penggunaan arang batu, petroleum dan elektrik masing-masing telah mencatatkan pertumbuhan secara purata sebanyak 4.1 peratus, 3.6 peratus dan 6.2 peratus.

Pertumbuhan ekonomi seringkali dikaitkan dengan peningkatan gunatenaga. Pertumbuhan ekonomi Malaysia yang pesat bermula pada pertengahan tahun 1980-an sehingga sebelum krisis ekonomi pada tahun 1998 telah menghasilkan peningkatan pekerjaan yang tinggi dan pencapaian gunatenaga penuh dalam ekonomi. Pasaran buruh terus ketat dengan kekurangan pekerja dalam sektor pertanian, pembuatan dan perkhidmatan. Walau bagaimanapun, dengan kemelesetan ekonomi pada tahun 1998, kadar pengangguran meningkat sedikit kepada 3.2 peratus daripada 2.5 peratus pada tahun 1996. (Laporan Ekonomi, pelbagai tahun)

Ringkasnya di sini, dengan melihat kepada tren ketiga-tiga pembolehkan penggunaan sumber tenaga, guna tenaga dan pertumbuhan ekonomi di Malaysia, kelihatan wujudnya hubungan di antara ketiga-tiga pembolehkan ini. Walau bagaimanapun, arah hubungan antara ketiga-tiga pembolehkan ini tidak dipastikan; iaitu adakah arah hubungan antara ketiga-tiga pembolehkan ini berbentuk sehala, dua hala atau tidak wujud hubungan. Oleh itu, kajian ini adalah untuk melihat bentuk hubungan sebab-penyebab yang mungkin wujud antara penggunaan sumber tenaga, pertumbuhan ekonomi dan gunatenaga di Malaysia.

KAJIAN LEPAS

Antara kajian yang dianggap terawal dalam melihat hubungan antara penggunaan sumber tenaga dan keluaran negara adalah kajian yang telah dilakukan oleh Kraft dan Kraft (1978). Kajiannya adalah melihat hubungan sebab-penyebab antara penggunaan sumber tenaga dan keluaran dalam negara kasar (KDNK) bagi negara Amerika Syarikat dan hasil kajiannya menunjukkan wujud hubungan penyebab-Granger berbentuk sehala daripada KDNK kepada penggunaan sumber tenaga.

Selain itu, Akarca dan Lung (1979) juga telah mengkaji kes di Amerika Syarikat tetapi gagal mendapat keputusan serupa seperti Kraft dan Kraft (1978). Kajian mereka menunjukkan tidak wujud hubungan sebab-penyebab antara penggunaan sumber tenaga dan KDNK dan didapati jumlah gunatenaga membentuk hubungan penyebab-Granger yang negatif dengan penggunaan sumber tenaga. Yu dan Hwang (1984) dan Erol dan Yu (1987) juga mendapati tidak wujud hubungan sebab-penyebab antara penggunaan sumber tenaga dan KDNK benar bagi Amerika Syarikat. Kajian oleh Murray dan Nan (1992) pula mendapati wujud hubungan yang signifikan penyebab-sehala dari gunatenaga kepada penggunaan sumber tenaga.

Walaupun kajian empirikal awal lebih berfokus kepada pengalaman negara Amerika Syarikat, bagi kajian pelbagai negara, Yu dan Choi (1985) melihat hubungan sebab-penyebab antara penggunaan sumber tenaga dan KDNK bagi lima buah negara, iaitu Amerika Syarikat, United Kingdom, Poland, Korea Selatan dan Filipina. Mereka mendapati tidak wujud hubungan sebab-penyebab antara penggunaan sumber tenaga dan KDNK bagi Amerika Syarikat, United Kingdom dan Poland tetapi wujud hubungan penyebab dari KDNK kepada penggunaan sumber tenaga bagi Korea Selatan dan dari penggunaan sumber tenaga kepada KDNK bagi Filipina.

Erol dan Yu (1987) pula telah menggunakan kedua-dua ujian Granger dan Sims dalam mengkaji sebab-penyebab antara penggunaan sumber tenaga dan pendapatan benar bagi enam buah negara G-7, iaitu Jepun, German Barat, Itali, Kanada, Perancis dan United Kingdom. Mereka mendapati wujud hubungan penyebab sehalu dari penggunaan sumber tenaga kepada pendapatan benar bagi German Barat, penyebab sehalu dari pendapatan benar kepada penggunaan sumber tenaga bagi Jepun dan Itali dan tidak wujud hubungan antara kedua-dua pendapatan benar dan penggunaan sumber tenaga bagi Kanada, Perancis dan United Kingdom.

Metodologi statistik yang digunakan bagi kajian-kajian di atas terhad kepada bentuk hubungan dinamik jangka pendek antara dua pemboleh-ubah, dan tidak melihat penganggaran keseimbangan jangka panjang. Berbagai teknik analisis siri masa seperti ujian ko-integrasi dan vektor mekanisme pembetulan ralat (VECM) telah menyediakan teknik yang dianggap lebih efektif dalam mengkaji bentuk hubungan jangka panjang antara pemboleh-ubah yang terintegrasi. Teknik analisis ko-integrasi telah digunakan oleh beberapa pengkaji antaranya oleh Nachane et al. (1988), Yu dan Jin (1992), Masih dan Masih (1996), Cheng dan Lai (1997), Aqeel (2001) dan Chang et al. (2001).

Nachane et al. (1988) telah mengkaji hubungan antara penggunaan sumber tenaga dan KDNK bagi sebelas buah negara sedang membangun dan lima buah negara maju. Kajiannya mendapati wujud hubungan jangka panjang dan keseimbangan antara penggunaan sumber tenaga dan KDNK bagi 16 buah sampel negara-negara yang dikaji. Yu dan Jin (1992) pula mengkaji hubungan sebab-penyebab antara penggunaan sumber tenaga dan pendapatan benar atau jumlah gunat tenaga bagi negara Amerika Syarikat. Kajiannya menunjukkan tidak wujud keseimbangan dan hubungan jangka panjang sama ada bagi penggunaan tenaga – pendapatan atau penggunaan sumber tenaga – gunat tenaga di Amerika Syarikat.

Kajian oleh Masih dan Masih (1996) adalah melihat hubungan sebab-penyebab antara penggunaan sumber tenaga dan pendapatan benar bagi

enam negara Asia iaitu Pakistan, India, Malaysia, Singapura, Indonesia dan Filipina. Kajiannya mendapati hubungan jangka panjang antara penggunaan sumber tenaga dan pendapatan wujud bagi kes India, Pakistan dan Indonesia tetapi tidak bagi kes Malaysia, Singapura dan Filipina. Chang dan Lai (1997) pula melihat hubungan penyebab antara penggunaan sumber tenaga dan aktiviti ekonomi (KDNK) di Taiwan. Kajiannya juga menunjukkan tidak wujud keseimbangan dan hubungan jangka panjang antara penggunaan sumber tenaga dan KDNK di Taiwan.

Aqeel (2001) pula mengkaji hubungan sebab-penyebab antara penggunaan sumber tenaga dan pertumbuhan ekonomi, dan penggunaan sumber tenaga dan gunatenaga di Pakistan. Dengan menggunakan teknik ko-integrasi dan penyebab-Granger versi Hsiao, kajiannya mendapati pertumbuhan ekonomi penyebab kepada penggunaan sumber tenaga dan penggunaan sumber tenaga penyebab kepada gunatenaga. Kajian oleh Chang et al (2001) pula mengkaji hubungan antara penggunaan sumber tenaga, gunatenaga dan keluaran bagi kes Taiwan. Kajiannya mendapati ketiga-tiga pembolehubah berko-integrasi dengan satu vektor ko-integrasi. Ujian penyebab-Granger versi VECM menunjukkan wujud penyebab-Granger dua hala antara gunatenaga – keluaran dan gunatenaga – penggunaan sumber tenaga, tetapi wujud penyebab sehalu dari penggunaan sumber tenaga kepada keluaran.

Hasil kajian oleh DeBenedictis (1997) pula mendapati bahawa wujud hubungan sehalu antara buruh dan keluaran negara benar. Kajian beliau di British Columbia menunjukkan bahawa keluaran negara benar British Columbia mempengaruhi secara langsung bilangan buruh di British Columbia. Keputusan kajian ini dikukuhkan dengan keadaan di mana permintaan terhadap buruh bertambah ketika ekonomi mengembang dan kurang permintaan buruh ketika ekonomi menguncup.

Fatai et al. (2001) pula mengkaji sebab-penyebab antara penggunaan sumber tenaga, buruh dan keluaran negara New Zealand. Pembolehubah tenaga yang digunakan termasuklah arang batu, gas, elektrik dan minyak. Keputusan kajian mereka mendapati bahawa wujud hubungan di mana keluaran negara yang akan mempengaruhi bilangan buruh dalam ketiga-tiga cara yang digunakan. Mereka juga mendapati bahawa bilangan buruh dipengaruhi secara tidak langsung oleh penggunaan sumber tenaga yang disebabkan oleh keluaran negara.

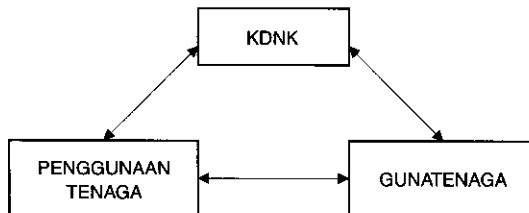
Kajian oleh Tan Kong Yam et al. (2002) terhadap kes di Singapura juga mendapati bahawa keluaran negara mempengaruhi jumlah buruh di negara tersebut. Mereka menggunakan Ujian Granger Causality dan juga Ujian ECM.

Kesimpulannya, hasil kajian di negara yang dikaji memang wujud hubungan di antara pertumbuhan ekonomi, gunatenaga dan juga penggunaan sumber tenaga. Cuma berbeza dari segi penyebab-akibat iaitu siapa yang menyebabkan siapa. Seterusnya pengkaji akan membentangkan metodologi kajian yang akan digunakan dalam kajian ini untuk melihat hubungan yang wujud bagi pertumbuhan ekonomi, gunatenaga dan penggunaan sumber tenaga di Malaysia.

METODOLOGI KAJIAN

Data tahunan penggunaan sumber tenaga iaitu petroleum, elektrik dan arang batu, jumlah gunatenaga dan Keluaran Dalam Negara Kasar (KDNK) Malaysia bagi tempoh 1975 hingga 2000 digunakan dalam kajian ini. Data penggunaan tenaga dalam industri iaitu penggunaan petroleum (ribu tan metrik), penggunaan elektrik (juta kilowatt/jam) dan penggunaan arang batu (ribu tan metrik) diperolehi daripada Laporan UNCTAD (pelbagai tahun). Manakala data gunatenaga (ribu orang) dan KDNK (juta ringgit) diperolehi daripada Laporan Ekonomi (pelbagai tahun).

Kajian ini adalah untuk melihat arah sebab-penyebab antara tiga pembolehubah makroekonomi, iaitu KDNK Malaysia, gunatenaga dan juga penggunaan sumber tenaga. Arah hubungan antara ketiga-tiga pembolehubah ini akan dilihat; iaitu adakah hubungan yang wujud berbentuk sehala, dua-hala atau sememangnya tidak wujud hubungan antara keduanya. Hubungan yang dimaksudkan itu dapat ditunjukkan seperti rajah di bawah.



RAJAH 4. Hubungan Antara KDNK, Gunatenaga dan Penggunaan Sumber Tenaga

Seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4 di atas, analisis kajian ini melibatkan tiga pembolehubah yang berhubungan antara satu sama lain iaitu KDNK, penggunaan sumber tenaga (petroleum, elektrik dan arang

batu) dan gunatenaga. Kajian ini akan menggunakan model VECM (*vector error correction model*). Kewujudan hubungan jangka panjang antara ketiga-tiga pembolehubah ini akan dapat dilihat melalui analisis ko-integrasi. Jika wujud hubungan jangka panjang ini, analisis seterusnya adalah untuk menentukan penyebab, iaitu arah penyebab antara ketiga-tiga pembolehubah di atas.

SEBAB-PENYEBAB GRANGER

Dalam melihat hubungan antara KDNK, gunatenaga dan penggunaan sumber tenaga, analisis ekonometrik digunakan dalam melihat arah hubungan antara pembolehubah ini. Analisis ini cuba melihat adakah KDNK Malaysia ini akan membawa kepada penjanaan gunatenaga dan penggunaan sumber tenaga, iaitu KDNK penyebab kepada gunatenaga dan penggunaan sumber tenaga, atau peningkatan dalam penggunaan sumber tenaga dan gunatenaga mendorong kepada peningkatan KDNK, iaitu gunatenaga dan penggunaan sumber tenaga penyebab kepada KDNK, atau wujud hubungan dua-hala antara kedua-duanya.

Dalam melihat hubungan sebab-penyebab di atas, hubungan ini dilihat berasaskan kepada prosedur ujian penyebab-Granger (1969);

$$\ln Y_t = \delta + \sum_{i=1}^a \alpha_i \ln Y_{t-i} + \sum_{j=1}^b \beta_j \ln X_{t-j} + \mu_t \quad \dots (1)$$

$$\ln X_t = \rho + \sum_{i=1}^m \gamma_i \ln Y_{t-i} + \sum_{j=1}^n \lambda_j \ln X_{t-j} + \tau_t \quad \dots (2)$$

yang mana Y dan X merujuk pembolehubah yang dikaji, m , merujuk sebutan ralat yang tidak berkorelasi dan δ , α_i , β_j , ρ , γ_i dan λ_j merupakan pekali yang dianggar.

Persamaan (1) dan (2) boleh dianggar dengan menggunakan kaedah Kuasa Dua Terkecil (KDT). Hipotesis nol adalah $H_0: \beta_1 = 0$ bagi persamaan (1) dan $H_0: \lambda_1 = 0$ bagi persamaan (2). Jika hipotesis nol diterima berdasarkan kepada ujian-F, maka X_t (Y_t) tidak menyebabkan Y_t (X_t) dalam bentuk Granger. Jika H_0 ditolak, maka terdapat hubungan sehalu antara X_t (Y_t) dan Y_t (X_t). Hubungan songsang wujud jika berlaku sebab-penyebab berbentuk dua hala iaitu X_t membawa kepada Y_t dan Y_t membawa kepada X_t . Kewujudan ko-integrasi menjadikan ujian penyebab-Granger yang mudah seperti persamaan (1) dan (2) telah tidak sesuai digunakan kerana kesan jangka pendek hanya dapat dilihat apabila kesemua pembolehubah

berada dalam pembezaan pertama. Jadi, ujian penyebab-Granger yang dimodifikasikan iaitu dengan menambah sebutan pembetulan ralat (diperolehi daripada hubungan jangka panjang) digunakan dalam memastikan kesan jangka panjang. Ujian penyebab-akibat Engle-Granger tambahan (AEG)(1987) diformulasikan seperti berikut;

$$\Delta \ln X_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^g \beta_i \Delta \ln X_{t-1} + \sum_{j=1}^h \lambda_j \Delta \ln Y_{t-1} + \delta \eta_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\Delta \ln Y_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^m \phi_i \Delta \ln Y_{t-1} + \sum_{j=1}^n \varphi_j \Delta \ln X_{t-1} + \sigma \tau_{t-1} + \mu_t \quad (4)$$

yang mana e_t dan m_t yang diandaikan *white noise*, dengan mean kosong, varians yang konstan dan tidak berautokorelasi, Δ merujuk pembezaan pertama dan h_{t-1} dan t_{-1} adalah pembetulan ralat (*error correction*) yang mana wujud dalam regresi ko-integrasi jangka panjang. Dalam (3) sebab-penyebab merujuk kepada ΔY penyebab-Granger terhadap ΔX , dengan syarat sama ada l_j atau d tidak bernilai kosong. Begitu juga dalam persamaan (4), ΔX penyebab-Granger terhadap ΔY jika f_j atau s tidak bernilai kosong. Di dalam sebab-*penyebab* Granger versi Model Pembetulan Ralat (ECM), pembolehubah bebas menyebabkan pembolehubah bersandar jika pembetulan ralat dalam (3) dan (4) secara statistiknya adalah signifikan (Granger 1988).

Pembetulan ralat atau ralat keseimbangan merujuk kepada ralat yang mana akan memperbetulkan pelencongan daripada keseimbangan jangka panjang melalui pelarasan jangka pendek. Ini bermaksud, walaupun wujud ko-integrasi atau keseimbangan jangka panjang antara dua pembolehubah, kemungkinan dalam jangka pendek akan wujud ketidakseimbangan dan mekanisme pembetulan ralat akan memperbaiki ketidakseimbangan yang wujud dalam jangka masa pendek.

KEPEGUNAN

Memandangkan data adalah dalam bentuk siri masa, maka ujian kepegunan untuk setiap pembolehubah harus dijanakan terlebih dahulu. Ini bertujuan untuk mengelak daripada mendapat satu regresi palsu. Regresi palsu wujud apabila anggaran regresi kelihatan sangat baik, tetapi tidak menunjukkan hubungan yang sebenarnya. Ini boleh dikesan melalui nilai R^2 yang melebihi nilai d Durbin-Watson (Granger & Newbold 1974).

Regresi palsu mungkin terhasil akibat daripada penggunaan pembolehubah yang tidak pegun dalam model persamaan regresi atau yang mempunyai kepegunan yang berbeza. Pembolehubah yang pegun bermaksud nilai min, varian dan kovarian adalah malar menerusi masa, iaitu tidak mempunyai ciri perjalanan rawak.

Sesuatu pembolehubah kemungkinan tidak pegun dalam bentuk tingkat, tetapi pegun dalam bentuk pembezaan. Jika pembolehubah menjadi pegun setelah dibezakan sekali, maka pembolehubah tersebut mempunyai ciri integrasi satu atau $I(1)$. Begitu juga, jika sesuatu pembolehubah terpaksa dibezakan hingga n kali untuk menjadi pegun, maka ia dikatakan mempunyai ciri integrasi ke n atau $I(n)$.

Kepegunan sesuatu pembolehubah biasanya ditentukan dengan ujian punca unit Dickey-Fuller Tambahan (*ADF-Augmented Dickey-Fuller*) (Dickey & Fuller, 1979). Secara umum, ujian ini dilakukan dengan menganggarkan persamaan di bawah;

$$\Delta Z_t = \delta_0 + \delta_1 Z_{t-1} + \delta_2 T + \delta_3 \sum Z_{t-1} + \varepsilon \quad (5)$$

yang mana Z merujuk kepada pembolehubah di dalam persamaan (5) dan hipotesis null adalah $\delta_1 = 0$ yang bermaksud wujud punca unit dalam data siri masa dan Δ merujuk kepada pembezaan pertama. Untuk menguji hipotesis ini, nilai statistik t atau τ (tau) untuk pekali d_1 akan dibandingkan dengan nilai kritikal yang dihitung oleh MacKinnon menerusi simulasi Monte Carlo (MacKinnon 1991).

Tidak seperti ujian ADF yang mengandaikan bahawa faktor gangguan tidak berkorelasi dan mempunyai varian yang malar, ujian punca unit Phillips-Peron atau ringkasnya PP (Philips dan Peron 1988) dilihat lebih baik kerana mengambil kira masalah-masalah yang mungkin dihadapi dalam faktor gangguan tersebut, terutamanya jika varian dalam faktor gangguan tidak malar. Ujian PP bermula dengan menganggarkan persamaan seperti berikut;

$$\Delta Z_t = \mu_1 + \alpha_1 Z_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

$$\Delta Z_t = \mu_1 + \alpha_1 Z_{t-1} + \alpha_1 T + \varepsilon_t \quad (7)$$

dengan ΔZ_t merujuk pembezaan pertama siri Z_t dan T ialah tren masa. Dalam persamaan (6), untuk Z_t menjadi pegun, nilai statistik t , Z ($\tau_{\alpha\mu}$) mestilah negatif dan signifikan berbeza daripada sifar. Sementara itu, untuk Z_t pegun dalam persamaan (7) pula, statistik t , Z ($\tau_{\alpha\tau}$) mestilah negatif dan berbeza daripada sifar. Ujian statistik PP adalah pengubahsuaian daripada ujian statistik t Dickey-Fuller yang telah mengambil kira kekangan

dalam faktor gangguan. Bagaimanapun, nilai kritikal untuk ujian PP adalah sama seperti nilai kritikal daripada MacKinnon (1991).

KOINTEGRASI

Untuk melihat hubungan jangka panjang antara pembolehubah dalam sistem VAR, maka metodologi ko-integrasi VAR versi Johansen akan digunakan dalam kajian ini. Apabila wujud ko-integrasi dalam sistem, maka masalah regresi palsu seperti yang dinyatakan sebelumnya dapat dihapuskan. Ujian memaksimumkan kebolehdjian (*maximum likelihood test*) Johansen (1988), yang dilengkapi dengan metodologi Auto-regresi Lat Tertabur (*ARDL-Autoregressive Distributed Lag*) digunakan dalam menentukan kewujudan ko-integrasi bagi persamaan model VAR. Mengikut Johansen, model VAR tanpa kekangan bagi X_t hingga kepada lat ke d dapat dinyatakan seperti persamaan di bawah:

$$X_t = A_1 X_{t-1} + \dots + A_k X_{t-d} + u_t \tag{8}$$

$$\begin{aligned}
 X_t &= \begin{bmatrix} \text{GDP}_t \\ L_t \\ \text{EG}_t \end{bmatrix} & X_{t-1} &= \begin{bmatrix} \text{GDP}_{t-1} \\ L_{t-1} \\ \text{EG}_{t-1} \end{bmatrix} & X_{t-d} &= \begin{bmatrix} \text{GDP}_{t-d} \\ L_{t-d} \\ \text{EG}_{t-d} \end{bmatrix} \\
 A_1 &= \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \gamma_{13} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \gamma_{23} \\ \gamma_{31} & \gamma_{32} & \gamma_{33} \end{bmatrix} & A_k &= \begin{bmatrix} \gamma_{14} & \gamma_{15} & \gamma_{16} \\ \gamma_{24} & \gamma_{25} & \gamma_{26} \\ \gamma_{34} & \gamma_{35} & \gamma_{36} \end{bmatrix} & u_t &= \begin{bmatrix} U_{1t} \\ U_{2t} \\ U_{3t} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

yang mana X_t merujuk vektor- k bagi ketidakpegungan pembolehubah, $I(1)$, u_t merujuk vektor perubahan (*innovation*) dan i.i.d $N(0, \Sigma)$, A_i merujuk kepada pekali matriks ($k \times k$). Persamaan (8) boleh diformulasikan sebagai Model Vektor Pembetulan Ralat (*VECM-Vector Error Correction Model*) dalam bentuk;

$$\begin{aligned}
 \Delta X_t &= \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta X_{t-i} + \Pi X_{t-1} + u_t \tag{9} \\
 \Delta X_t &= \begin{bmatrix} \Delta \text{GDP}_t \\ \Delta L_t \\ \Delta \text{EG}_t \end{bmatrix} & \Delta X_{t-1} &= \begin{bmatrix} \Delta \text{GDP}_{t-1} \\ \Delta L_{t-1} \\ \Delta \text{EG}_{t-1} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

$$\Gamma_i = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \gamma_{13} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \gamma_{23} \\ \gamma_{31} & \gamma_{32} & \gamma_{33} \end{bmatrix} \quad X_{t-1} = \begin{bmatrix} \text{GDP}_{t-1} \\ L_{t-1} \\ \text{EG}_{t-1} \end{bmatrix}$$

$$\Pi = \begin{bmatrix} -\gamma_{10} \\ -\gamma_{20} \\ -\gamma_{30} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & -\gamma_{12} & -\gamma_{13} \\ -\gamma_{21} & 1 & -\gamma_{23} \\ -\gamma_{31} & -\gamma_{32} & 1 \end{bmatrix} u_t = \begin{bmatrix} U_{1t} \\ U_{2t} \\ U_{3t} \end{bmatrix}$$

di mana;

$$\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I \quad \Gamma_i = \sum_{j=i+1}^p A_j$$

atau $\Gamma_i = -(I - A_i)$, dan $\Pi = -(I - A_j)$.

Spesifikasi model ini menjadikan model ini berupaya untuk mengenal pasti pelarasan jangka pendek dan jangka panjang yang membawa kepada perubahan dalam X_t di mana X_t merujuk matriks pembolehubah yang dikaji (GDP, L dan EG). Pelarasan ini ditunjukkan oleh matriks Π . Syarat pangkat (*rank*) bagi Π menunjukkan kombinasi bebas linear (*linearly independent*) bagi GDP, L dan EG. Ujian formal bagi bilangan pembolehubah yang berkointegrasi adalah melalui ujian nilai-eigen (*eigenvalue*) bagi matriks Π . Terdapat tiga kemungkinan keputusan hasil ujian. Jika peringkat bagi Π adalah r , dan Π adalah pangkat penuh (*full rank*), ini bermaksud terdapat kolom matriks di mana $r = d$ bebas linear, dan ini menunjukkan pembolehubah matriks X_t adalah $I(0)^2$.

Kemungkinan kedua yang wujud adalah apabila pangkat bagi Π bernilai kosong. Ini menunjukkan tidak wujud hubungan ko-integrasi antara pembolehubah dalam X_t . Biasanya, situasi ini dimodelkan sebagai VAR bagi pembolehubah dalam pembezaan pertama tetapi tanpa andaian wujud hubungan jangka panjang. Kemungkinan ketiga adalah apabila Π menunjukkan pangkat terturun (*reduced rank*) yang bermaksud terdapat $r = (d-1)$ vektor ko-integrasi. Jika kemungkinan ketiga ini wujud, maka Π boleh dihuraikan kepada dua vektor α dan β seperti $\Pi = \alpha\beta'$ di mana α merujuk kepada pelarasan jangka pendek kepada hubungan stabil jangka panjang dan β merujuk kepada pekali matriks jangka panjang. Bilangan hubungan ko-integrasi boleh dianggarkan melalui dua ujian oleh Johansen (1988) iaitu Ujian Jejak (*Trace Test*) dan Ujian Memaksimum Nilai-Eigen (*Maximum Eigenvalue Test*).

Ujian Jejak bagi r :

$$\eta_r = -T \sum_{i=r+1}^k \log(1 - \lambda_i) \tag{10}$$

manakala Ujian Memaksimum Nilai-Eigen

$$\rho_r = -T \log(1 - \lambda_r) \tag{11}$$

yang mana η_r merujuk statistik jejak, ρ_r merujuk statistik memaksimum nilai-eigen, r merujuk pangkat bagi vektor ko-integrasi, T merujuk bilangan cerapan bebas, λ_i merujuk nilai-eigen bagi pangkat i dan $r = 0, 1, \dots, k-1$. Hipotesis sama ada wujud atau tidak bagi vektor ko-integrasi ditunjukkan seperti di bawah;

$$H_0 = r = 0, r \leq k$$

$$H_1 = r = 0, r < k$$

yang mana H_0 merujuk tidak wujud vektor ko-integrasi manakala H_1 wujud vektor kointegrasi.

Di dalam prosedur Johansen, pekali adalah ditabur secara simetri dan bias bagi saiz penyebaran sampel adalah kecil dibandingkan dengan metodologi Engle dan Granger yang sering digunakan (Chang et al. 2001)

Teorem representasi Granger menegaskan bahawa jika pekali matriks Π adalah pangkat menurun $r < k$, maka wujud matriks $k \times r$ dengan setiap α dan β pangkat r , iaitu $\Pi = \alpha\beta'$ dan β' adalah pegun. r merujuk bilangan hubungan ko-integrasi (pangkat ko-integrasi) dan setiap baris β adalah vektor ko-integrasi. Seperti dijelaskan, element α merujuk kepada pekali pelarasan dalam model vektor pembetulan ralat. Metodologi Johansen adalah untuk menganggar matriks Π dalam bentuk tanpa kekangan, dan kemudian menguji sama ada kita boleh menolak kekangan yang dibayangkan oleh pangkat menurun bagi Π .

SEBAB-PENYEBAB DAN VECM

Disebabkan tujuan kajian ini adalah untuk melihat arah hubungan antara ketiga-tiga pembolehubah, iaitu KDNK, gunatena dan penggunaan tenaga yang dipisahkan kepada tiga sumber; iaitu penggunaan petroleum, elektrik dan arang batu, maka beberapa modifikasi dilakukan dalam model VECM seperti dalam (9) untuk melihat arah hubungan atau penyebab-akibat antara ketiga-tiga pembolehubah tersebut. Jadi, bagi kajian ini, model VECM

yang akan digunakan dalam melihat arah hubungan antara pembolehubah ditunjukkan seperti di bawah;

JADUAL 1. Model VECM bagi KDNK, gunatenaga dan penggunaan sumber tenaga

Model A: Model VECM bagi KDNK, Gunatenaga dan Penggunaan Petroleum

1. KDNK \Leftrightarrow Gunatenaga

$$\begin{bmatrix} \Delta OIL \\ \Delta EMP \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{50} \\ \alpha_{60} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{51} & \alpha_{52} \\ \alpha_{61} & \alpha_{62} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta OIL_{t-1} \\ \Delta EMP_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{53} \\ \alpha_{63} \end{bmatrix} [GDP] + \begin{bmatrix} \alpha_{54} \\ \alpha_{64} \end{bmatrix} [EC_{t-1}]^*$$

$$*EC_{t-1} = EMP_{t-1} - \phi_0 - \phi_1 OIL_{t-1}$$

2. KDNK \Leftrightarrow Penggunaan Petroleum

$$\begin{bmatrix} \Delta GDP \\ \Delta OIL \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{30} \\ \alpha_{40} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{31} & \alpha_{32} \\ \alpha_{41} & \alpha_{42} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta GDP_{t-1} \\ \Delta OIL_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{33} \\ \alpha_{43} \end{bmatrix} [EMP] + \begin{bmatrix} \alpha_{34} \\ \alpha_{44} \end{bmatrix} [EC_{t-1}]^*$$

$$*EC_{t-1} = GDP_{t-1} - \phi_0 - \phi_1 OIL_{t-1}$$

3. Penggunaan Petroleum \Leftrightarrow Gunatenaga

$$\begin{bmatrix} \Delta OIL \\ \Delta EMP \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{50} \\ \alpha_{60} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{51} & \alpha_{52} \\ \alpha_{61} & \alpha_{62} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta OIL_{t-1} \\ \Delta EMP_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{53} \\ \alpha_{63} \end{bmatrix} [GDP] + \begin{bmatrix} \alpha_{54} \\ \alpha_{64} \end{bmatrix} [EC_{t-1}]^*$$

$$*EC_{t-1} = EMP_{t-1} - \phi_0 - \phi_1 OIL_{t-1}$$

Model B: Model VECM bagi KDNK, Gunatenaga dan Penggunaan Elektrik

1. KDNK \Leftrightarrow Gunatenaga

$$\begin{bmatrix} \Delta GDP \\ \Delta COIL \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_{30} \\ \gamma_{40} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{31} & \gamma_{32} \\ \gamma_{41} & \gamma_{42} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta GDP_{t-1} \\ \Delta COIL_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{33} \\ \gamma_{43} \end{bmatrix} [EMP] + \begin{bmatrix} \gamma_{34} \\ \gamma_{44} \end{bmatrix} [EC_{t-1}]^*$$

$$*EC_{t-1} = GDP_{t-1} - \phi_0 - \phi_1 COIL_{t-1}$$

2. KDNK \Leftrightarrow Penggunaan Elektrik

$$\begin{bmatrix} \Delta GDP \\ \Delta ELEC \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{30} \\ \beta_{40} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{31} & \beta_{32} \\ \beta_{41} & \beta_{42} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta GDP_{t-1} \\ \Delta ELEC_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{33} \\ \beta_{43} \end{bmatrix} [EMP] + \begin{bmatrix} \beta_{34} \\ \beta_{44} \end{bmatrix} [EC_{t-1}]^*$$

$$*EC_{t-1} = GDP_{t-1} - \phi_0 - \phi_1 ELEC_{t-1}$$

3. Penggunaan Elektrik \Leftrightarrow Gunatenaga

$$\begin{bmatrix} \Delta ELEC \\ \Delta EMP \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{50} \\ \beta_{60} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{51} & \beta_{52} \\ \beta_{61} & \beta_{62} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta ELEC_{t-1} \\ \Delta EMP_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{53} \\ \beta_{63} \end{bmatrix} [GDP] + \begin{bmatrix} \beta_{54} \\ \beta_{64} \end{bmatrix} [EC_{t-1}]^*$$

$$*EC_{t-1} = EMP_{t-1} - \phi_0 - \phi_1 ELEC_{t-1}$$

Model C: Model VECM bagi KDNK, Gunatenaga dan Penggunaan Arang Batu

1. KDNK \Leftrightarrow Gunatenaga

$$\begin{bmatrix} \Delta \text{COIL} \\ \Delta \text{EMP} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_{50} \\ \gamma_{60} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{51} & \gamma_{52} \\ \gamma_{61} & \gamma_{62} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \text{COIL}_{t-1} \\ \Delta \text{EMP}_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{53} \\ \gamma_{63} \end{bmatrix} [\text{GDP}] + \begin{bmatrix} \gamma_{54} \\ \gamma_{64} \end{bmatrix} [\text{EC}_{t-1}]^*$$

$$*\text{EC}_{t-1} = \text{EMP}_{t-1} - \phi_0 - \phi_1 \text{COIL}_{t-1}$$

2. KDNK \Leftrightarrow Penggunaan Arang Batu

$$\begin{bmatrix} \Delta \text{GDP} \\ \Delta \text{COIL} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_{30} \\ \gamma_{40} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{31} & \gamma_{32} \\ \gamma_{41} & \gamma_{42} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \text{GDP}_{t-1} \\ \Delta \text{COIL}_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{33} \\ \gamma_{43} \end{bmatrix} [\text{EMP}] + \begin{bmatrix} \gamma_{34} \\ \gamma_{44} \end{bmatrix} [\text{EC}_{t-1}]^*$$

$$*\text{EC}_{t-1} = \text{GDP}_{t-1} - \phi_0 - \phi_1 \text{COIL}_{t-1}$$

3. Penggunaan Arang Batu \Leftrightarrow Gunatenaga

$$\begin{bmatrix} \Delta \text{COIL} \\ \Delta \text{EMP} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_{50} \\ \gamma_{60} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{51} & \gamma_{52} \\ \gamma_{61} & \gamma_{62} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \text{COIL}_{t-1} \\ \Delta \text{EMP}_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{53} \\ \gamma_{63} \end{bmatrix} [\text{GDP}] + \begin{bmatrix} \gamma_{54} \\ \gamma_{64} \end{bmatrix} [\text{EC}_{t-1}]^*$$

$$*\text{EC}_{t-1} = \text{EMP}_{t-1} - \phi_0 - \phi_1 \text{COIL}_{t-1}$$

Bagi persamaan di atas, EC_{t-1} merujuk kepada pembedahan ralat atau ralat keseimbangan dalam sistem yang merujuk kepada ralat yang mana akan memperbetulkan pelencongan daripada keseimbangan jangka panjang melalui pelarasan jangka pendek. Ini bermaksud, walaupun wujud ko-integrasi atau keseimbangan jangka panjang antara dua pembolehubah, kemungkinan dalam jangka pendek akan wujud ketidakseimbangan dan mekanisme pembedahan ralat akan memperbaiki ketidakseimbangan yang wujud dalam jangka masa pendek.

Pembedahan ralat ini merujuk kepada ralat yang pegun dan ralat yang membentuk hubungan jangka panjang atau ko-integrasi antara dua siri masa. Oleh itu, jika pembedahan ralat ini adalah tidak bernilai kosong, ini bererti model adalah di luar daripada keseimbangan dan ralat ini akan melakukan penyelarasan jangka pendek untuk membawa kepada kedudukan keseimbangan. Jika ralat ini merujuk kepada pembedahan ralat bagi GDP iaitu ($\text{EC}_{t-1} = \text{GDP}_{t-1} - f_0 - f_1 \text{EMP}_{t-1}$), dan jika ralat ini tidak bernilai kosong ($\text{EC}_{t-1} < 0$) ini bererti GDP jangka panjang, ($\Delta \text{GDP}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \text{EC}_{t-1} + \alpha_2 \Delta \text{EMP}_{t-1} + \alpha_3 \Delta \text{GDP}_{t-1} + u_t$) adalah lebih tinggi daripada kedudukan keseimbangan (wujud ketidakseimbangan) iaitu GDP_{t-1} adalah di atas tingkat keseimbangan bagi $f_0 + f_1 \text{EMP}_{t-1}$ dan EC_{t-1} akan “memperbetulkan” model ini dengan menarik ke bawah sehingga keseimbangan tercapai dalam jangka panjang. Oleh itu, jika EC_{t-1} adalah signifikan, ini

bererti nilai gunatenaga masa lalu (EMP_{t-1}) yang terkandung dalam EC_{t-1} mempengaruhi ΔGDP , atau dengan kata lain gunatenaga penyebab Granger kepada pertumbuhan dalam ekonomi. Keadaan yang sama juga diaplikasikan bagi kesemua model VECM di atas.

DAPATAN KAJIAN

Dalam melihat hubungan antara pendapatan negara (GDP), guna tenaga (EMP) dan penggunaan sumber tenaga; iaitu penggunaan petroleum (OIL), penggunaan elektrik (ELEC) dan penggunaan arang batu (COIL), analisis kajian ini menggunakan Model VECM. Model VECM merujuk kepada regresi terhadap pembolehubah vektor yang mana hubungan ini dikekang oleh faktor hubungan jangka panjang atau ko-integrasi dalam sistem.

Terdapat tiga langkah utama dalam melihat hubungan sebab-penyebab dalam kajian ini. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menguji kepegungan data siri masa; iaitu harus dipastikan siri masa punca unit dalam bentuk tingkat tetapi pegun pada pembezaan pertama. Setelah didapati siri masa itu pegun pada darjah yang sama, iaitu $I(d)$, kemungkinan wujud hubungan jangka panjang antara keduanya; iaitu siri masa dalam sistem berinteraksi atau bertindak balas dalam menuju kepada keseimbangan jangka panjang. Jadi, langkah kedua adalah untuk menentukan wujud atau tidak hubungan jangka panjang dalam sistem. Apabila siri masa dalam sistem membentuk hubungan jangka panjang dan bersifat trend yang sama, ini dikenali sebagai ko-integrasi.

Setelah didapati siri masa dalam berko-integrasi, maka jelaslah menunjukkan bahawa siri masa dalam sistem adalah berhubungan atau berkaitan dalam jangka panjang, atau dengan kata lain membentuk alunan yang sama dalam jangka panjang. Jadi, langkah seterusnya adalah untuk melihat arah sebab-penyebab; iaitu menguji pembolehubah mana yang menyebabkan pembolehubah lain, atau arah hubungan yang wujud antara pembolehubah.

Dalam analisis ini, dengan menggunakan asas model VAR, vektor pembetulan ralat akan dimasukkan dalam model yang dikenali sebagai Model Vektor Pembetulan Ralat (VECM). Pembetulan ralat ini merujuk kepada ralat yang pegun dan bersifat jangka panjang yang berupaya menarik pembolehubah KDNK, gunatenaga, penggunaan petroleum, elektrik dan arang batu supaya berkedudukan keseimbangan dan membentuk trend yang sama dalam jangka panjang. Ini bererti, sebarang pelencongan yang wujud dalam pembolehubah yang membawa kepada kedudukan ketak-

seimbangan akan diperbetulkan oleh pembetulan ralat. Disebabkan VECM menggunakan pembolehubah yang dibezakan, maka kajian ini adalah untuk melihat adakah perubahan dalam satu pembolehubah memberi kesan kepada pembolehubah yang lain dalam sistem. Angka berkurung merujuk tempoh lat yang digunakan

JADUAL 2. Ujian Punca Unit Dickey-Fuller Tambahan (1979) terhadap Siri Masa KDNK, gunatenaga, penggunaan petroleum, elektrik dan arang batu

Siri Masa	Bentuk Tingkat	Pembezaan Pertama
KDNK	0.306380 (2)	-3.893571* (1)
Gunatenaga	0.630216 (2)	-4.642573* (1)
Petroleum	-0.425526 (0)	-5.291836* (0)
Elektrik	-0.616248 (0)	-5.213985* (0)
Arang Batu	-3.042616 (1)	-5.291836* (0)

Nota:

* Signifikan pada aras keertian 1%.

Nilai kritikal merujuk kepada jadual i yang dihitung oleh MacKinnon menerusi simulasi Monte Carlo.

Pemilihan tempoh lat bersandarkan kepada kaedah Kriteria Maklumat Akaike (AIC – Akaike’s Information Criterion).

$$AIC = e^{2k/n} \frac{\sum \hat{u}_i^2}{n} = e^{2k/n} \frac{RSS}{n}$$

yang mana k merujuk bilangan regresi (termasuk intersep) dan n bilangan cerapan. Dalam bentuk matematik, ia ditulis sebagai:

$$\ln AIC = \left(\frac{2k}{n} \right) + \ln \left(\frac{RSS}{n} \right)$$

yang mana ln AIC = log semulajadi AIC dan $2k/n$ = faktor penalti. Pemilihan model bergantung kepada nilai AIC yang paling rendah (Gujerati 2003).

Hasil ujian kepegunan data siri masa KDNK, gunatenaga, penggunaan petroleum, elektrik dan arang batu ditunjukkan dalam Jadual 2 dan Jadual 3. Ujian kepegunan versi ADF (1979) dalam Jadual 2 menunjukkan bahawa kesemua siri masa wujud punca unit dalam bentuk tingkat tetapi pegun pada pembezaan pertama pada aras keertian 1%. Ujian kepegunan versi PP (1988) dalam Jadual 3 juga menunjukkan hasil yang sama apabila kesemua siri masa adalah pegun pada pembezaan pertama tetapi dengan aras keertian sekurang-kurangnya 10%.

JADUAL 3. Ujian Punca Unit Phillips-Perron (1988) terhadap Siri Masa KDNK, gunatenaga, penggunaan petroleum, elektrik dan arang batu

Siri Masa	Bentuk Tingkat	Pembezaan Pertama
KDNK	-0.71432	-2.873199*
Gunatenaga	1.862932	-5.663196**
Petroleum	-0.267693	-5.359823**
Elektrik	-0.646216	-5.186724**
Arang Batu	-1.981273	-5.627795**

Nota:

* Signifikan pada aras keertian 10%

** Signifikan pada aras keertian 1%

JADUAL 4. Statistik Ujian Ko-integrasi Johansen (1991,1995) antara KDNK, gunatenaga, penggunaan petroleum, elektrik dan arang batu

Ko-integrasi	Nisbah Kebolehdjian (Ujian Jejak)			Pekali Penormalan Ko-integrasi(P) (II)
	$r=0$	$r \leq 1$	$r \leq 2$	
Model A KDNK – Gunatenaga – Petroleum	34.98890*	17.19639	4.890080	P = ln GDP + 0.095 ln EMP – 1.487 ln OIL + 1.441
Model B KDNK – Gunatenaga – Elektrik	37.87795*	14.50244	5.289371	P = ln GDP – 1.161 ln EMP – 0.598 ln ELEC + 4.290
Model C KDNK – Gunatenaga – Arang Batu	36.41597*	19.24532	6.859998	P = ln GDP – 2.817 ln EMP – 0.19 ln COIL + 13.481

Nota:

* Penolakan hipotesis nol pada aras keertian 5%

Nilai kritikal diperolehi daripada Osterwald – Lenum (1992), “A note with quantiles of the asymptotic distribution of the maximum likelihood co-integration rank test statistics” di dalam *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 54, 461-475.

Ujian hipotesis;

$H_0 = r = 0$; tidak wujud ko-integrasi

$H_1 = r \leq 1, r \leq 2 \dots (r - k)$; wujud ko-integrasi

P merujuk vektor pembetulan ralat bagi ko-integrasi versi Johansen (1991,1995)

Disebabkan siri masa ini adalah tidak pegun dalam bentuk tingkat tetapi pegun pada pembezaan pertama, maka kemungkinan wujud hubungan jangka panjang atau ko-integrasi antara tiga siri masa ini; iaitu siri masa KDNK, gunatenaga dan penggunaan sumber tenaga iaitu petroleum, elektrik dan arang batu. Jadual 4 menunjukkan hasil ujian ko-integrasi versi Johansen (1991,1995) antara ketiga-tiga siri masa tersebut.

Hubungan jangka panjang atau ko-integrasi wujud antara ketiga-tiga siri masa jika wujud sekurang-kurangnya satu vektor yang berko-integrasi. Merujuk kepada Jadual 4, didapati bahawa bagi setiap model tersebut, setiap satu menunjukkan penolakan hipotesis nol; iaitu tidak wujud ko-integrasi pada aras keertian 5%. Walau bagaimanapun, hipotesis alternatif H_1 ; $r \leq 1$ gagal ditolak yang bererti bagi setiap model tersebut, wujud paling banyak (*at most*) satu vektor ko-integrasi. Ini menunjukkan bahawa terdapat hubungan bersifat jangka panjang antara siri masa dalam setiap model dan masing-masing berkedudukan keseimbangan. Disebabkan ko-integrasi bererti siri masa yang membentuk tren yang sama dan berhubungan antara satu dengan lain, persoalannya ialah pembolehubah mana yang menyebabkan pembolehubah lain? Persoalan ini akan terjawab dengan melihat analisis penyebab-Granger versi VECM.

Hasil ujian penyebab-Granger versi VECM ditunjukkan dalam Jadual 5, Jadual 6 dan Jadual 7. Dengan melihat kepada jadual tersebut, iaitu merujuk kepada pekali pembetulan ralat EC_{t-1} didapati bahawa tidak semua vektor pembetulan ralat menunjukkan signifikan bagi semua model. Jadi, ini memberi gambaran bahawa seolah-olah terdapat hubungan lebih berbentuk sehalu antara pembolehubah dalam model.

Ringkasan arah sebab-penyebab versi VECM daripada Jadual 5, Jadual 6 dan Jadual 7 ditunjukkan pada Rajah 5, Rajah 6 dan Rajah 7 di bawah. Berdasarkan kepada rajah, keputusan ujian sebab-penyebab antara pembolehubah dalam Model A, Model B dan Model C menghasilkan keputusan yang menarik. Didapati bahawa bagi ketiga-tiga model VECM yang dikaji, KDNK Malaysia dipengaruhi oleh guna tenaga dan juga ketiga-tiga penggunaan sumber tenaga, iaitu petroleum, elektrik dan arang batu. Jadi, dapat dinyatakan bahawa pertumbuhan ekonomi Malaysia dalam

JADUAL 5. Hubungan penyebab-akibat versi VECM bagi model A (KDKNK, gunatnaga dan penggunaan petroleum)

VECM	GDP ⇔ EMP			OIL ⇔ EMP			GDP ⇔ OIL		
	$\Delta \ln \text{GDP}$	$\Delta \ln \text{EMP}$	$\Delta \ln \text{OIL}$	$\Delta \ln \text{OIL}$	$\Delta \ln \text{EMP}$	$\Delta \ln \text{GDP}$	$\Delta \ln \text{GDP}$	$\Delta \ln \text{OIL}$	
EC_{t-1}	-0.639 (-3.596)***	-0.034 (-0.599)	-0.987 (-3.983)***	-0.095 (-2.375)**	-0.603 (-3.109)***	0.188 (0.432)			
$\Delta \ln \text{GDP}_{t-1}$	0.449 (2.313)***	0.065 (1.045)	0.347 (1.929)			0.197 (0.489)			
$\Delta \ln \text{EMP}_{t-1}$	-0.459 (-0.530)	-0.119 (-0.430)	-0.888 (-0.703)	-0.139 (-0.680)	0.032 (0.263)	-0.166 (-0.599)			
$\Delta \ln \text{OIL}_{t-1}$			-0.086 (-0.491)	0.065 (2.30)**					
$\ln \text{GDP}$			0.869 (3.976)***	0.085 (2.403)**					
$\ln \text{EMP}$					1.219 (3.074)***	-0.362 (-0.407)			
$\ln \text{OIL}$	0.301 (3.519)***	0.019 (0.713)							
C	-2.693 (-3.425)***	-0.150 (-0.594)	-10.060 (-3.95)***	-0.956 (-2.330)**	-10.650 (-3.057)***	3.236 (0.414)			

Nota:

(-1) merujuk lat satu tempoh

EC_{t-1} merujuk pembetulan ralat bagi model

* Signifikan pada aras keertian 10%

** Signifikan pada aras keertian 5%

*** Signifikan pada aras keertian 1%

JADUAL 6. Hubungan penyebab-akibat versi VECM bagi model B (KDKNK, gunatnaga dan penggunaan elektrik)

VECM	GDP ↔ EMP		OIL ↔ EMP		GDP ↔ ELEC	
	Δ ln GDP	Δ ln EMP	Δ ln ELEC	Δ ln EMP	Δ ln GDP	Δ ln ELEC
EC _{t-1}	-0.360 (-2.920)***	-0.042 (-1.197)	0.568 (0.756)	-0.585 (-2.708)**	-0.566 (-4.129)***	-0.561 (-2.561)**
Δ ln GDP _{t-1}	0.395 (1.868)	0.061 (1.010)			0.459 (2.750)**	0.325 (2.312)**
Δ ln EMP _{t-1}	-0.587 (-0.623)	-0.139 (-0.513)	0.788 (1.118)	0.135 (0.664)		
Δ ln ELEC _{t-1}			-0.085 (-0.334)	0.002 (0.024)	-0.351 (-1.368)	-0.467 (-2.155)**
ln GDP			-0.065 (-0.896)	0.059 (2.815)**	1.211 (4.104)***	0.537 (2.155)**
ln EMP						
ln ELEC	0.350 (2.922)***	0.044 (1.278)				
C	-3.451 (-2.862)	-0.411 (-1.190)	0.838 (0.993)	-0.658 (-2.716)**	-10.560 (-4.079)***	-4.615 (-2.112)**

Nota:

(-1) merujuk lat satu tempoh

EC_{t-1} merujuk pembetulan ralat bagi model

* Signifikan pada aras keertian 10%

** Signifikan pada aras keertian 5%

*** Signifikan pada aras keertian 1%

JADUAL 7. Hubungan penyebab-akibat versi VECM bagi model C (KDNK, gunatnaga dan penggunaan arang batu)

VECM	GDP \Leftrightarrow EMP			OIL \Leftrightarrow EMP			GDP \Leftrightarrow COIL		
	$\Delta \ln$ GDP	$\Delta \ln$ EMP	$\Delta \ln$ EMP	$\Delta \ln$ COIL	$\Delta \ln$ EMP	$\Delta \ln$ EMP	$\Delta \ln$ GDP	$\Delta \ln$ COIL	
EC_{t-1}	-0.429 (-2.289)**	0.002 (0.043)	0.004 (2.338)**	0.076 (1.360)	0.004 (2.338)**	-0.535 (-4.910)***	-1.003 (-0.916)		
$\Delta \ln GDP_{t-1}$	0.482 (2.040)*	0.079 (1.226)				0.261 (1.788)	1.199 (0.816)		
$\Delta \ln EMP_{t-1}$	-0.539 (-0.505)	-0.207 (-0.707)	-0.063 (-0.299)	5.588 (0.859)		0.014 (0.698)	-0.315 (-1.529)		
$\Delta \ln COIL_{t-1}$				-0.476 (-2.222)**	0.003 (0.436)				
\ln GDP				1.605 (1.095)	0.116 (2.420)***				
\ln EMP						1.854 (4.880)***	2.412 (0.631)		
\ln COIL	-0.020 (-1.525)	0.015 (0.698)							
C	0.199 (2.296)**	0.015 (0.615)	-1.321 (-2.363)**	-18.615 (-1.087)		-16.222 (-4.861)***	-21.010 (-0.626)		

Nota:

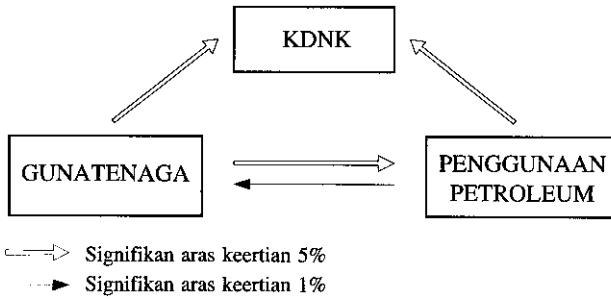
(-1) merujuk lat satu tempoh

EC_{t-1} merujuk pembetulan ralat bagi model

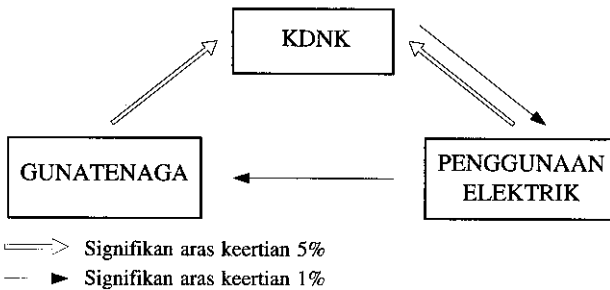
* Signifikan pada aras keertian 10%

** Signifikan pada aras keertian 5%

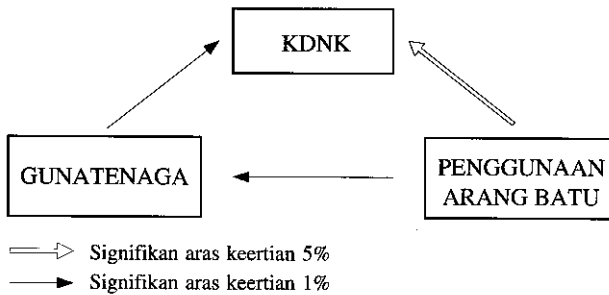
*** Signifikan pada aras keertian 1%



RAJAH 5. Hubungan penyebab-akibat antara KDNK, gunatenaga dan penggunaan petroleum mengikut versi VECM



RAJAH 6. Hubungan penyebab-akibat antara KDNK, gunatenaga dan penggunaan elektrik mengikut versi VECM



RAJAH 7. Hubungan penyebab-akibat antara KDNK, gunatenaga dan penggunaan arang batu mengikut versi VECM

analisis ini dipacu oleh pertumbuhan dalam guna tenaga dan juga pertumbuhan dalam penggunaan ketiga-tiga penggunaan sumber tenaga tersebut. Namun begitu, KDNK hanya mempengaruhi penggunaan elektrik sahaja. Ini bererti, wujud hubungan sehala, iaitu guna tenaga dan penggunaan petroleum dan arang batu penyebab-Granger kepada pertumbuhan KDNK manakala hubungan dua-hala wujud antara pertumbuhan KDNK dan pertumbuhan penggunaan elektrik; iaitu KDNK penyebab-Granger kepada penggunaan elektrik dan penggunaan elektrik penyebab-Granger kepada KDNK.

Pembolehubah gunatenaga pula menunjukkan pembolehubah ini mempengaruhi KDNK (wujud hubungan sehala; gunatenaga penyebab-Granger kepada KDNK). Hubungan gunatenaga dengan penggunaan sumber tenaga pula menunjukkan bahawa gunatenaga penyebab-Granger hanya kepada penggunaan petroleum sahaja, dan juga didapati gunatenaga dipengaruhi oleh ketiga-tiga penggunaan petroleum.

Penggunaan sumber tenaga (petroleum, elektrik dan arang batu) pula menunjukkan ketiga-tiga penggunaan sumber tenaga ini penyebab-Granger kepada kedua-dua pembolehubah gunatenaga dan KDNK. Namun begitu, wujud juga hubungan dua-hala yang mana gunatenaga penyebab-Granger kepada penggunaan petroleum dan KDNK penyebab-Granger kepada penggunaan elektrik.

Ringkasnya, berdasarkan kepada analisis penyebab-Granger versi VECM di atas, didapati bahawa pertumbuhan KDNK Malaysia dipengaruhi oleh pertumbuhan gunatenaga dan ketiga-tiga penggunaan sumber tenaga dalam kajian ini. Pertumbuhan gunatenaga turut menunjukkan dipengaruhi oleh ketiga-tiga penggunaan sumber tenaga. Ini bererti pertumbuhan KDNK Malaysia dalam analisis kajian ini berpunca daripada ketiga-tiga penggunaan sumber tenaga tersebut, iaitu petroleum, elektrik dan arang batu; sama ada secara langsung iaitu pertumbuhan penggunaan sumber tenaga membawa kepada pertumbuhan KDNK atau secara tidak langsung iaitu pertumbuhan penggunaan sumber tenaga membawa kepada pertumbuhan gunatenaga, dan pertumbuhan gunatenaga membawa kepada pertumbuhan dalam KDNK.

KESIMPULAN

Daripada analisis penyebab-Granger versi VECM dalam kajian ini, didapati bahawa pertumbuhan KDNK Malaysia dipengaruhi oleh pertumbuhan dalam guna tenaga dan juga ketiga-tiga penggunaan sumber tenaga; iaitu

penggunaan petroleum, elektrik dan arang batu. Pertumbuhan dalam guna tenaga turut menunjukkan dipengaruhi oleh ketiga-tiga penggunaan sumber tenaga.

Arah hubungan sebab-penyebab Granger seperti di atas menghasilkan satu bentuk corak hubungan yang menarik bilamana arah-hubungan yang terhasil tidak mengikuti corak arah hubungan seperti di kebanyakan negara maju yang telah dikaji. Kajian penggunaan sumber tenaga dan hubungannya dengan pertumbuhan ekonomi di negara-negara maju menunjukkan bahawa pertumbuhan dalam ekonomi/KDNK membawa kepada pertumbuhan dalam guna tenaga dan penggunaan sumber tenaga. Keadaan ini berlaku disebabkan oleh sifat 'kematangan' ekonomi di kebanyakan negara maju, iaitu sifat kepelbagaian punca pertumbuhan ekonomi di negara maju. Ini dilihat bilamana punca pertumbuhan ekonomi tidak hanya tertumpu kepada satu atau dua sektor sahaja, tetapi meliputi pelbagai sektor dalam ekonomi. Keadaan ini menyebabkan pertumbuhan yang wujud mungkin berpunca daripada sektor-sektor lain yang wujud selain penggunaan sumber tenaga, dan pertumbuhan ekonomi yang berlaku akhirnya membawa kepada penjanaaan dalam guna tenaga dan penggunaan sumber tenaga.

Keadaan ini berbeza bagi kes Malaysia yang mana taraf ekonominya belum memasuki peringkat 'kematangan' dan pertumbuhan ekonomi didapati berpunca daripada beberapa sektor dalam ekonomi seperti sektor perindustrian. Hubungan sehalu yang berlaku, iaitu penggunaan sumber tenaga penyebab-Granger kepada pertumbuhan ekonomi bagi kes di Malaysia dapat dinyatakan seperti berikut. Penggunaan sumber tenaga iaitu petroleum, elektrik dan arang batu sebahagiannya digunakan sebagai sumber penjanaaan tenaga bagi aktiviti sektor industri di Malaysia. Oleh itu, pertumbuhan sektor industri yang pesat bermula awal tahun 1980-an adalah disebabkan oleh kesan desakan permintaan yang tinggi terhadap tiga sumber tenaga tersebut. Ini dapat dilihat yang mana penggunaan petroleum yang besar datangnya daripada sektor industri, pengangkutan dan janakuasa (Lucas et al. 1987).

Oleh yang demikian, perkembangan yang pesat sektor perindustrian di Malaysia membawa kepada permintaan yang tinggi terhadap guna tenaga dan juga sumber tenaga yang mana keadaan akan ini memperlihatkan kewujudan hubungan antara guna tenaga dan penggunaan sumber tenaga dengan pertumbuhan ekonomi; iaitu apabila sektor industri berkembang dengan pesat yang membawa kepada penjanaaan pertumbuhan ekonomi, permintaan terhadap guna tenaga oleh sektor industri akan meningkat dan begitu juga dengan permintaan terhadap penggunaan

sumber tenaga. Oleh itu, hubungan sehalu yang wujud antara pertumbuhan guna tenaga dan penggunaan sumber tenaga terhadap pertumbuhan ekonomi adalah disebabkan oleh perkembangan sektor dalam ekonomi (sama ada sektor industri atau sektor lain) yang menggunakan guna tenaga dan sumber tenaga dalam aktiviti pengeluaran; yang mana aktiviti pengeluaran oleh sektor ekonomi ini akhirnya akan menjana pertumbuhan ekonomi.

Suatu penemuan iaitu hasil kajian yang menunjukkan bahawa pertumbuhan ekonomi tidak mempengaruhi guna tenaga agak berbeza dengan jangkaan penyelidik. Walau bagaimanapun, pertumbuhan ekonomi sebenarnya dipengaruhi oleh pelbagai faktor antara lain adalah penggunaan, pelaburan, perbelanjaan kerajaan dan eksport bersih. Dalam kajian ini skop kajian hanyalah melihat sama ada pertumbuhan ekonomi mempengaruhi gunatenaga atau sebaliknya secara langsung dan keputusannya adalah pertumbuhan ekonomi tidak mempengaruhi guna tenaga secara langsung. Peningkatan guna tenaga boleh berlaku secara tidak langsung hasil daripada pertumbuhan ekonomi. Keadaan boleh dijelaskan bahawa, apabila keadaan ekonomi sesebuah negara merudum dan kerajaannya menggunakan dasar fiskal mengembang untuk mengatasinya, katakan kerajaan meningkatkan perbelanjaan kerajaan, maka pertumbuhan ekonomi meningkat melalui peningkatan dalam perbelanjaan kerajaan samada melalui penyediaan infrastruktur yang membawa kepada pelaburan dan kemudian menjana peluang pekerjaan dan seterusnya mengurangkan kadar pengangguran sesebuah negara (Case & Fair 1999).

Kesan hubungan antara guna tenaga, penggunaan sumber tenaga dan pertumbuhan ekonomi ini adalah jelas; disebabkan kedua-dua guna tenaga dan penggunaan sumber tenaga ini penting dalam menjana pengeluaran atau aktiviti sektor ekonomi yang akhirnya akan membawa kepada pertumbuhan dalam ekonomi, maka tingkat penawaran atau bekalan guna tenaga dan ketiga-tiga sumber tenaga ini, iaitu petroleum, elektrik dan arang batu haruslah dipastikan mencukupi dan seiring dengan tingkat permintaan dari sektor industri atau sektor ekonomi yang lain. Ini perlu bagi memastikan bekalan guna tenaga dan sumber tenaga adalah terjamin dan berterusan agar perkembangan sektor ekonomi tidak terganggu kesan daripada kekurangan penawaran guna tenaga dan sumber tenaga yang akhirnya akan mengekang pertumbuhan ekonomi yang berterusan.

RUJUKAN

- Akarca, A.T., & Lung, T.V. 1979. Energy and employment: a time-series analysis of the causal relationship. *Resource and Energy* 2: 151-62.

- _____. 2001. *Rancangan Malaysia Ke-lapan, 2001-2005*. Jabatan Percetakan Negara. Kuala Lumpur.
- Aqeel, A. 2001. The relationship between energy consumption and economic growth in Pakistan. *Asia-Pasific Development Journal* 8(2): 101-110.
- Chang, Tsangyao, Fang, Wenshwo, & Wen, Li-Fang. 2001. Energy consumption, employment, output, and temporal causality: evidence from Taiwan based on co-integration and error-correction modeling technique. *Applied Economics* 33: 1045-1056.
- Cheng, B. S., & Lai, T. W. 1997. An investigation of cointegration and causality between energy consumption and economic activity in Taiwan. *Energy Economics* 19: 435-44.
- Dickey, D. A. & Fuller, W. A. 1979. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association* 74: 427-431.
- Debenedictis, L. F. 1997. A Vector Autoregressive Model Of The British Columbia. *Applied Economics* 29(7): 877-888.
- Enders, W. 1995. *Applied Econometrics Time Series*. John Wiley and Sons: NewYork
- Engle, R. F., & Garnger, C. W. J. 1987. Cointegration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica* 55(2): 251-76.
- Erol, U., & Yu, E. S. H. 1987. On the causal relationship between energy and income for industrialized countries. *Journal of Energy and Development* 13: 113-22.
- Fatai, K, Oxley L. & Scrimgeour, F. 2001. *Energy Consumption And Employment In New Zealand: Searching For Causality*. Working paper, University Of Waikato, Private Bag, Hamilton, Waikato, New Zealand.
- Granger, C. W. J. 1969. Investigating causal relation by econometrics model and cross-spectral methods. *Econometrica* 37: 424-38.
- Granger, C. W. J., & Newbold, P. 1974. Spurious regression in econometrics. *Journal of Econometrics* 2: 111-120.
- Granger, C. W. J. 1988. Some recent development in the concept of causality. *Journal of Econometrics* 39: 199-211.
- Johansen, S. 1988. Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control* 12: 231-54.
- Johansen, Soren. 1991. Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. *Econometrica* 59: 1551-1580.
- Johansen, S. 1995. *Likelihood-based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models*. Oxford University Press.
- Kraft, J., & Kraft, A. 1978. On the relationship between energy and GNP. *Journal of Energy and Development* 3: 401-3.
- Lucas R. E. 1988. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics* 22(1): 3-42.

- MacKinnon, J. G. 1991. Critical values for cointegration test. Dalam R. F Engle & C. W. J Granger *Long-run Economic Relationship: Readings in cointegration*. Oxford University Press.
- Masih, A. M. M. & Masih, R. 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: 165-83.
- Murray, D. A., & Nan, G. D. 1992. The energy consumption and employment relationship: a classification. *Journal of Energy and Development* 16: 121-131.
- Nachane, D. M., Nadkarni, R. M., & Karnik, A. V. 1988. Co-integration and causality testing of the energy – GDP relationship: a cross-country study. *Applied Economics* 20: 1511-31.
- Osterwald-Lenum, Michael. 1992. A note with quantiles of the asymptotic distribution of the maximum likelihood cointegration rank test statistics. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 54: 461-472.
- Philips, P. C. B. & Perron, P. 1988. Testing for a unit-root in times-series regression. *Biometrika* 75: 335-346.
- Tan, K. Y., Friedrich, W., Toh, M. H., Thia, J. P. & Yeo, H. S. 2002. *Employment Growth Will Trail Economic Recovery In 2002: Evidence From Econometric Estimates*. Economic Survey Of Singapore. 45-52
- Yu, E. S. H., & Hwang, B. K. 1984. The relationship between energy and KDNK: further results. *Energy Economics* 6: 186-90.
- Yu, E. S. H., & Choi, J. Y. 1985. The causal relationship between energy and GNP; an international comparison. *Journal of Energy and Development* 10: 249-72.
- Yu, E. S. H., & Jin, J. C. 1992. Co-integration test of energy consumption, income and employment. *Resource and Energy* 14: 259-66.