

## **Model Tenaga Malaysia Bersepadu (IMEM): Struktur dan Persamaan**

*Integrated Malaysian Energy Model (IMEM): Structure and Equations*

Ahmad Mohd Yusof ([ahmadf@ukm.my](mailto:ahmadf@ukm.my))  
Fakulti Ekonomi dan Pengurusan  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
Bangi, 43600 Malaysia

Maznah Banu Mohamed Habiboo Raman ([maznahbanu@yahoo.co.uk](mailto:maznahbanu@yahoo.co.uk))  
Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
Bangi, 43600 Malaysia

### **ABSTRAK**

Malaysia sebagai pengeluar minyak mentah dan gas asli terpenting dikawasan Asia Pacific memerlukan model tenaga pelbagai bahan bakar untuk dijadikan alat perancangan sumber aslinya. Pengalaman menggunakan model tenaga yang di bangunkan oleh beberapa institusi antarabangsa dalam menganalisis senario tenaga di Malaysia menghadapi beberapa kekangan dan kekurangan. Justeru, satu model tenaga khusus bagi Malaysia sedang dalam proses pembentukan. Kertas ini akan membincang konsep, struktur dan persamaan yang digunakan dalam pembentukan tersebut. Bermula dengan membina sistem penukaran, transformasi, pengeluaran dan pengagihan bagi pelbagai pembawa tenaga seperti minyak mentah, gas asli, arang batu dan tenaga hidro, model tersebut akan dihubungkan kepada beberapa sektor ekonomi seperti sektor domestik, pengangkutan, industri, komersial, pertanian dan bukan tenaga. Kekangan kekangan teknikal dan bukan teknikal dimasukkan ke dalam model tersebut bagi tujuan pengoptimuman.

Kunci kata: pemodelan tenaga, pemrograman linear, model tenaga.

### **ABSTRACT**

*Malaysia as a crude oil and natural gas important producer in the Asia-Pacific region needs a multi fuel energy model as a planning tool for its natural resources. The experience in using world's energy models developed by international institutions in analyzing the Malaysian energy scenarios faced several constraints and limitations. Thus an energy model specially designed for Malaysia is in the process of development. This paper will discuss the concept, structure and the equations of the model. By modeling the transformation, production and distribution processes of the available energy carriers such as crude oil, natural gas, coal and hydro potential, the model is linked to the various economic sectors such as the domestic, transportation, industrial commercial, agriculture and non-energy. Technical and non technical constraints are added to the model for the purpose of optimization.*

*Keywords: energy modeling, linear programming, energy model.*

### **PENGENALAN**

Penggunaan model tenaga dunia secara kerjasama dengan pakar tenaga antarabangsa untuk mengkaji senario tenaga negara bermula sejak tahun 80'an khususnya model model seperti Long Range Energy Alternatives Planning System (LEAP), Market Allocation (MARKAL), Wein Automatic System Planning (WEIN) dan Energy and Power Evaluation Program (ENPEP). Namun disebabkan kekurangan data yang terperinci dan tenaga pakar yang berkemahiran ketika itu, pelunjuran yang dihasilkan oleh model model tersebut agak sukar dilaksanakan. Tambahan pula model model tersebut dibentuk berasaskan kepada ciri dan struktur tenaga negara negara barat yang fokusnya lebih menjurus kepada penilaian alam sekitar dan gas rumah hijau. Berikutan daripada kejutan krisis minyak mentah dunia pertama pada tahun 1973-74, kebanyakan negara di Eropah Barat dan Amerika Syarikat telah

terperangkap dengan kenaikan harga minyak yang melebihi 400% dan masing-masing telah mengkaji semula dasar tenaga negara agar impak kenaikan harga minyak mentah dapat dibendung. Model tenaga yang dibentuk sebelum berlakunya krisis tersebut telah dikaji semula untuk mengambil kira aspek-aspek di luar jangkaan dalam pasaran minyak mentah dunia khususnya bagi negara pengimpor minyak mentah. Bagi negara pengeluar minyak mentah pula krisis tersebut membolehkan mereka mengkaji semula strategi tenaga serta memperbaiki sistem konsesi dan memperbaiki sistem pengurusan sumber tenaga. Disamping itu usaha pencarian dan pengekstrakan minyak mentah diperhebatkan agar peningkatan hasil eksport minyak mentah dapat digunakan untuk tujuan pembangunan ekonomi negara. Inilah yang dilakukan oleh Malaysia di mana penubuhan PETRONAS telah mengambil alih kesemua aktiviti hulu dan hiliran minyak mentah dan gas asli negara serta memperkenalkan kontrak pengkongsian pengeluaran dengan operator operator tersebut.

Kini, persekitaran tenaga dunia semakin rapuh dan terlalu peka terhadap sosio ekonomi politik antarabangsa, para pengkaji tenaga tempatan berpendapat bahawa satu model tenaga pelbagai struktur dan matlamat dibentuk untuk menganalisis senario tenaga jangka panjang di Malaysia. Secara spesifiknya, model tersebut berupaya memberikan beberapa alternatif dasar yang perlu diambil untuk menangani kenaikan harga minyak mentah yang berterusan dan juga senario campuran tenaga jangka panjang dalam keadaan negara mempunyai sumber tenaga yang terhad agar pertumbuhan ekonomi yang munasabah dapat dikekalkan. Oleh itu satu projek pembentukan model tenaga bersepadu: Integrated Malaysian Energy Model (IMEM) sedang dalam proses pembentukan dengan menggunakan pendekatan Reference Energy System (RES). Perbincangan awal tentang IMEM boleh diperolehi pada {Ahmad, 2010}. Justeru, tujuan utama kertas ini adalah untuk melaporkan struktur dan persamaan bagi model tersebut yang mengandungi empat bahan tenaga iaitu minyak mentah, gas asli, arang batu dan kuasa hidro. Setakat ini pengoptimuman belum lagi mendatangkan hasil yang munasabah, namun akan dilaporkan dalam penulisan akan datang.

## KAJIAN LEPAS

Salah satu model tenaga dunia yang terawal dibentuk ialah Energy Flow Optimization Model (EFOM) oleh European Commission pada pertengahan tahun puluhan bertujuan untuk memenuhi keperluan pada ketika itu menganalisis dan membina satu sistem tenaga yang menyeluruh. Berfungsi sebagai satu alat berkesan untuk analisis sektoral dan perancangan dalam rangka kerja keseluruhan sistem tenaga negara {Sayed, 2009}. Model EFOM juga merupakan model dinamik-kuasi pelbagai jangka masa bagi pemrograman linear dan digunakan secara meluas untuk tujuan menganalisis sistem tenaga sesebuah Negara dan perlepasan gas rumah hijau. Dipersembahkan sebagai satu aliran pembawa tenaga dalam rangkaian bahan tenaga daripada sumber asalnya melalui beberapa proses penukaran, transformasi dan pengagihan untuk dihantarkan kepada sektor pengguna. Sebagai model bersifat 'bottom-up', pengoptimumannya berasaskan kepada spesifikasi eksogen permintaan pelbagai produk tenaga yang diramalkan dengan menggunakan model luaran. {Holtinen, 2004}

Model Long Range Energy Alternatives Planning (LEAP) adalah juga model terawal yang dibentuk oleh Stockholm Environmental Institute dan masih digunakan oleh beberapa negara {The 2<sup>nd</sup> ASEAN Energy Demand Outlook, 2009}. LEAP lebih menjurus kepada perancangan bersepadu antara sumber asli dengan penilaian gas rumah hijau terutama sekali bagi negara membangun. Pendekatan LEAP berasaskan kepada model ekonometrik dan simulasi yang dikaitkan dengan rangka kerja perakaunan dimana pengiraan 'kos-faedah' pencemaran tenaga dan seumpamanya dibuat.

Model Market Allocation (MARKAL) adalah satu model berskala besar berorientasikan teknologi yang mengintegrasikan sektor penawaran dan pengguna akhir bagi sesuatu ekonomi. Seperti model EFOM MARKAL dibangunkan bersama oleh institut tenaga Germany (FKA) dan Brookhaven National Laboratory New York (BNL) dengan menggunakan sistem dinamik dengan pendekatan 'bottom-up' manakala kaedah pengoptimuman masih lagi pemrograman linear {Kanudia, 1998}. Digunapakai secara meluas oleh 45 buah Negara MARKAL adalah sebuah model yang fleksibel dan kerap digunakan bagi tujuan perancangan tenaga dan analisis dasar tenaga {Goldstein, 1999}. Antara kelebihan-kelebihan model MARKAL ialah keupayaannya memberikan kos terendah bagi sesuatu sistem tenaga dan juga strategi pelaburan, mengenalpasti, menilai kemasukan teknologi baru dan pemberhentian teknologi yang telah usang dan menilai impak penggunaan tenaga akibat daripada kenaikan harga tenaga, cukai dan peraturan-peraturan fiskal sesuatu negara.

Satu lagi model yang seangkatan dengan EFOM dan MARKAL ialah model Project Independence Evaluation System (PIES) bertujuan memperoleh harga dan kuantiti seimbang bagi bahan bakar di sektor tenaga di Amerika Syarikat dengan menggunakan model pemrograman linear dan ekonometrik {Gabreil et. al., 2000}. Terdapat juga beberapa model lain yang dibangunkan oleh

institute antarabangsa. Model model tersebut ialah Energy and Power Evaluation Program (ENPEP) dan Model for the Analysis of Energy Demand (MAED). Penggunaannya masih lagi meluas dikalangan negara membangun.

Sesungguhnya model model yang dibentuk oleh institusi antarabangsa mempunyai matlamat yang tersendiri bagi menangani isu isu tenaga kebangsaan atau antarabangsa. Walaubagaimana pun model model tersebut boleh dikategorikan kepada tiga iaitu model satu bahan bakar, model pelbagai bahan bakar samaada dihubungkan dengan model ekonomi secara formal atau sebaliknya. Pendekatan pemodelan dan ruang lingkup model model tersebut berbeza tetapi yang paling kerap digunakan ialah sistem dinamik dan pemrograman linear manakala ruang lingkungannya meliputi daripada satu negara kepada pelbagai negara bagi perancangan jangka pendek ke jangka panjang {Ahmad 1984}.

## **PEMBENTUKAN MODEL TENAGA BERSEPADU (IMEM)**

Pembentukan model tenaga bersepadu (IMEM) akan di bahagikan kepada dua iaitu struktur model dan persamaan utama bagi model.

### **Struktur Model**

Pada umumnya model adalah satu perwakilan atau pengabstrakan yang dipermudahkan bagi beberapa aspek sistem yang dikaji. Ia menggambarkan sesuatu sistem yang kompleks dalam keadaan yang mudah faham di samping memberi rangka kerja yang tekal untuk analisis senario. Khususnya pembentukan model tenaga bermula dengan menangani beberapa persoalan atau hipotesis spesifik tenaga yang dikaitkan dengan isu isu tempatan dan antara bangsa. Jesturu dan berasaskan beberapa model tenaga dunia khususnya EFOM dan MARKAL, pelbagai bentuk tenaga yang wujud dalam sesuatu negara boleh diwakili oleh satu rangkaian tenaga mengalir daripada sumber aslinya kepada beberapa proses penukaran, transformasi, penjanaaan untuk menghasilkan beberapa produk tenaga bagi kegunaan disektor permintaan {Ahmad et al 2010}. Semakin tinggi permintaan produk tenaga semakin tinggi pula sistem tenaga meningkatkan aktiviti aktiviti pengeluaran bagi memenuhi permintaan. Rajah 1 menunjukkan penyajian skematik atau carta aliran model tenaga bersepadu Malaysia (IMEM).

Model tersebut mengandungi tiga komponen utama iaitu modul penawaran bahan tenaga, modul teknologi dan transformasi tenaga dan modul perantaraan. Bagi modul penawaran bahan tenaga semua bentuk bahan tenaga yang terdapat di negara seperti minyak mentah, gas asli, arang batu dan tenaga yang boleh diperbaharu akan di ambil kira sama ada dari sumber utama (perlombongan) atau sumber kedua (import). Eksport bagi bahan tenaga juga diambil kira dalam modul ini. Bagi modul teknologi dan transformasi tenaga pula semua bentuk teknologi yang digunakan bagi proses transformasi, penukaran, pembersihan di beberapa kilang penapisan minyak mentah dan gas asli, pemprosesan arang batu dan penjanaaan tenaga diperbaharkandiambil kira. Pada modul ini juga disenaraikan beberapa jenis teknologi yang bakal di perkenalkan bagi tujuan pemilihan opsiyen teknologi yang bersaing seperti turbin gas atau turbin diesel untuk penjanaaan elektrik. Modul Perantara mengandungi tiga submodul iaitu submodul ekonomi, persekitaran dan permintaan tenaga. Bagi setiap submodul beberapa pelunjukan dan ramalan dilakukan untuk menghasilkan data empirik untuk dijadikan input kepada kedua dua submodul. Sebagai contoh, pelunjukan yang dihasilkan oleh submodul permintaan tenaga akan digunakan oleh modul penawaran bahan mentah untuk dijadikan input kepada tahap perlombongan atau import yang perlu dilakukan.

Minyak mentah yang dibincangkan dalam kertas ini ialah adunan Tapis, Miri dan Bintulu. Proses pertama merupakan pengekstrakan minyak mentah dari dasar laut di perairan Malaysia. Seterusnya minyak mentah ini dihantar ke pusat penapisan minyak bagi proses pembersihan dan pemprosesan bagi menghasilkan produk petroleum. Oleh kerana minyak mentah adunan Tapis adalah bermutu tinggi kebanyakannya dieksport manakala minyak mentah yang berkualiti rendah diimport bagi memenuhi keperluan negara. Proses awal penapisan minyak mentah dinamakan 'toping' dimana produk yang dihasilkan adalah gas mentah (raw gas), nafta, kerosin, diesel, fuel oil dan bitumen. Produk produk tersebut akan dieksport atau di import untuk diproses selanjutnya atau dihantar ke sektor permintaan. Gas mentah dan nafta akan memasuki proses kedua ialah proses hidro penyesuaian (hydroskimming) untuk menghasilkan gas cecair petroleum (LPG) dan gasoline motor masing masing dan seterusnya diagihkan kepada sektor permintaan. yang dikategorikan sebagai sektor industri, komersial, pertanian, kediaman, pengangkutan dan bukan-tenaga.

Gas asli yang di ekstrak di perairan Malaysia adalah daripada telaga Resak dan Natuna. Komponen utama gas asli ialah metana manakala terdapat juga bahan-bahan lain seperti belerang, karbon dioksida, air dan bahan kotoran lain seperti merkuri, gas helium dan nitrogen. Kedua-dua jenis

gas ini dihantar ke pusat penapisan bagi proses pembersihan dimana semua bahan selain metana dikeluarkan. Gas Resak diproses dalam proses ‘hydroskimming’ dimana empat gas utama yang terhasil adalah gas etana, propana, butana dan pentana. Keempat-empat gas ini diproses semula dan dihantar ke proses ‘fractionating’ untuk menghasilkan gas memasak (LPG) dan gas sebagai bahan bakar khususnya bagi kegunaan sektor elektrik dan industri. Gas Natuna pula disejukkan selepas proses pembersihan dibawah suhu serendah  $-162^{\circ}\text{C}$  sehingga terhasil Liquified Natural Gas (LNG). LNG tidak digunakan di negara tetapi dieksport ke luar negara menggunakan kapal laut.

Bahan api utama yang ketiga negara adalah arang batu. Sungguh pun terdapat beberapa lombong arang batu di Selangor, Sarawak dan Sabah, mutu kandungan tenaganya adalah daripada jenis yang rendah iaitu jenis lignit. Oleh itu arang batu tempatan tidak ekonomik dijadikan input kepada sektor elektrik malah arang batu import dari Indonesia dan Australia digunakan. Arang batu tersebut ini dihantar ke pusat pembersihan dan seterusnya ke sektor stesen-stesen janakuasa untuk menghasilkan tenaga elektrik.

Sumber tenaga boleh diperbaharu yang diambil kira ialah kuasa hidro dari jenis empangan dan sungai. Tiga stesen hidro utama yang dikenalpasti ialah stesen di Tasik Kenyir, Sungai Perak dan Cameron Highlands. Tenaga elektrik yang dijana oleh stesen-stesen tersebut diagihkan kepada pengguna.

### Persamaan Utama Bagi Model

Bilangan persamaan bagi model tenaga berkait rapat dengan bilangan bahan tenaga, jenis teknologi pemprosesan dan sektor yang diambil kira dalam sesuatu model. Di samping itu, bilangan tempoh pengoptimuman yang diwakili dengan indek  $t$  turut juga mempengaruhinya. Untuk memudahkan perbincangan pemboleh ubah  $R(t, i, j)$ , proses  $P(t, i, j)$ , pekali input  $i(t, i, j)$  dan output  $o(t, i, j)$  akan ditakrifkan dengan menggunakan notasi tiga rangkai perkataan iaitu masa  $t$ , jenis bahan tenaga  $i$  dan tiga huruf singkatan yang mewakili sesuatu proses. Sebagai contoh huruf MIN merujuk kepada perlombongan manakala huruf TOP merujuk kepada proses ‘toping’.

### Minyak Mentah

Persamaan berikut ialah proses pengekstrakan minyak mentah. Yang dihantar ke pusat penapisan proses asas iaitu proses ‘toping’.

$$R(t, i, MIN) \geq i(t, i, TOP)P(t, i, TOP) \tag{1}$$

di mana  $i \in \{\text{Tapis, Miri dan Bintulu}\}$  and  $t \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$

Bagi minyak mentah yang di import pula, persamaan yang sama adalah seperti berikut:

$$R(t, i, IMP) \geq i(t, i, TOP)P(t, i, TOP) \tag{2}$$

Gas dan nafta yang dihasilkan daripada proses toping dihantar ke proses hidro penyesuaian (HYD) untuk menghasilkan gas cecair petroleum (LPG) dan gasolin motor masing masing. Produk nafta boleh dimport atau dieksport mengikut keperluan kecuali gas. Persamaan yang mewakili proses tersebut adalah seperti berikut:

$$o(t, i, TOP)P(t, i, TOP) + R(t, i, IMP) \geq i(t, i, HYD)P(t, i, HYD) + R(t, i, EXP) \tag{3}$$

di mana  $i \in \{\text{gas mentah, nafta}\}$

Gas terproses di pusat penapisan bersama dengan gas asli akan melalui proses ‘fractionating’ dan di hantar ke sektor pengguna mengikut permintaan.

$$o(t, i, HYD)P(t, i, HYD) + R(t, i, IMP) + o(t, i, FLP)P(t, FLP) \geq i(t, i, DEM)P(t, i, j, DEM) + R(t, i, EXP) \tag{4}$$

di mana  $i \in \{\text{mogas, LPG}\}$

Produk petroleum daripada proses toping yang lain diagihkan ke sektor pengguna mengikut permintaan. Eksport dan juga import produk dibuat mengikut keperluan.

$$o(t, i, TOP)P(t, i, TOP) + R(t, i, IMP) \geq i(t, i, DEM)P(t, i, j, DEM) + R(t, i, EXP) \quad (5)$$

di mana  $i \in \{\text{kerosin, diesel, fuel oil dan bitumen}\}$

Dua produk petroleum yang diperoleh daripada toping diagihkan kesektor jana kuasa untuk menghasilkan tenaga elektrik.

$$o(t, i, DEM)P(t, i, j, DEM) \geq i(t, i, ELE)E(t, i, k) \quad (6)$$

di mana  $i \in \{\text{diesel dan fuel oil}\}$

### Gas Asli

Gas asli yang diekstrak dihantar untuk dibersihkan menerusi proses pembersihan (PEM). Persamaan yang mewakili proses tersebut ialah:

$$R(t, i, MIN) \geq i(t, i, PEM)P(t, i, PEM) \quad (7)$$

di mana  $i \in \{\text{Resak, Natuna}\}$  and  $t \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$

Gas yang dihasilkan oleh proses tersebut akan disaring (SRG) bagi menghasilkan gas terproses.

$$o(t, i, PEM)P(t, i, PEM) + R(t, i, IMP) \geq i(t, i, SRG)P(t, i, SRG) + R(t, i, EXP) \quad (8)$$

di mana  $i \in \{\text{gas etana, propana, butana, pentana}\}$

Gas terproses disatukan dengan gas mentah daripada proses toping untuk proses fractionating (FLP) untuk menghasilkan LPG.

$$o(t, i, PEM)P(t, i, PEM) + R(t, i, IMP) + o(t, i, FLP)P(t, FLP) \geq i(t, i, DEM)P(t, i, j, DEM) + R(t, i, EXP) \quad (9)$$

di mana  $i \in \{\text{gas terproses}\}$

Gas natuna setelah melalui proses pembersihan akan disejukkenu untuk diekspor sebagai gas asli cecair (LNG) manakala yang terproses akan dihantar ke sektor janakuasa untuk menghasilkan tenaga elektrik. Persamaan 10 dan 11 mewakili aktiviti tersebut.

$$o(t, i, HYD1)P(t, i, PEM) \geq R(t, i, EXP) \quad (10)$$

$$o(t, i, HYD2)P(t, i, SRG) \geq i(t, i, ELE)E(t, i, k) \quad (11)$$

di mana  $i \in \{\text{gas terproses}\}$

### Arang Batu

Arang batu yang diambil kira dalam kertas ini adalah yang diimport dan dibersihkan (PEA) sebelum digunakan disektor janakuasa.

$$R(t, i, IMP) \geq i(t, i, PEA)P(t, i, PEA) \quad (12)$$

di mana  $i \in \{\text{Arang batu}\}$  and  $t \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$

$$o(t, i, TOP)P(t, TOP) \geq i(t, i, ELE)E(t, i, k) \quad (13)$$

di mana  $i \in \{\text{arang batu terproses}\}$

### Kuasa Hidro

Sama seperti aktiviti arang batu kuasa hidro (HID) digunakan untuk menjana tenaga elektrik

$$o(t, i, HID)P(t, i, HID) \geq i(t, i, ELE)E(t, i, k) \quad (14)$$

di mana  $i \in \{\text{Kenyir, Sg Perak dan Cameron Highlands}\}$

Tenaga elektrik yang terhasil akan diagihkan ke sektor pengguna mengikut permintaan.

$$o(t, i, ELE)E(t, i, k) \geq i(t, i, DEM) \quad (15)$$

di mana  $i \in \{\text{industri, kediaman, pengangkutan dan komersial}\}$

Beberapa kekangan lain turut diambil kira dalam kertas ini. Kekangan kekangan tersebut adalah kekangan sumber asli, kapasiti bagi beberapa proses logi minyak mentah, gas asli arang batu dan lain lainnya. Persamaan berikut telah di gunakan.

$$\sum_i \sum_t R(t, i, MIN) \leq R(i, MIN) \quad (16)$$

di mana  $i \in \{\text{minyak mentah, gas asli dan arang batu}\}$

$$\begin{aligned} P(t, TOP) &= \sum_i \sum_t P(t, i, TOP) \\ P(t, HYD) &= \sum_i \sum_t P(t, i, HYD) \end{aligned} \quad (17)$$

di mana  $i \in \{\text{proses 'toping' dan 'hidro penyesuaian'}\}$

### PENUTUP

Pada peringkat kini pembentukan model, fokus penyelidikan ditujukan kepada mencari penyelesaian optimum dengan menggunakan data data yang relevan bagi setiap aktiviti proses yang dibincangkan. Sungguh pun begitu, hubungan model tersebut dengan model ekonomi dan alam sekitar masih dalam tahap perbincangan. Satu model protaip akan di optimumkan bertujuan untuk mengetahui masalah masalah yang tersirat dalam kerja kerja pengoptimuman. Hanya setelah model tersebut menghasilkan dapatan dapatan yang munasabah bagi menganalisis senario tenaga, pembentukan tersebut dianggap selesai.

### RUJUKAN

- Ahmad Mohd Yusuf. (1983). Modelling Malaysia's Energy/Economic Systems—A Preliminary Version *Jurnal Ekonomi Malaysia* n7 p53-83.
- Ahmad M. Y. (1984). Energy Models-A Review of Basic Structure *Jurnal Ekonomi Malaysia* No.10 Disember, 101-112.
- Ahmad M. Y. (2010). The Development of Integrated Malaysia Energy Model: A Reference Energy System {RES} Approach, proceeding at Persidangan Kebangsaan Ekonomi Malaysia (PERKEM) ke V, 15-17 Oct 2010 Jilid 2.
- Ahmad M. Y., Maznah Banu dan Zulkifli M. N. (2010). Modeling of Malaysia's Crude Oil System: Some Preliminary Results, paper presented at Malaysia-Indonesia International Conference on

Economics: Management and Accounting 2010, 25-26 Nov 2010, Universiti Kebangsaan Malaysia.

An Introduction to LEAP in Community for Energy, Environment and Development <http://www.energycommunity.org>.

Gabriel S.A., Vikas S., Ribar D. M. (2000 ). Measuring the influence of Canadian carbon stabilization programs on natural gas exports to the United States via a 'bottom-up' intertemporal spatial price equilibrium model *Energy Economics*, Vol. 22, Issue 5, p. 497-525.

Goldstein G., Kanudi A., Loulou R. (1999). MARKAL: An Energy-Environment-Economic Model for Sustainable Development.

[www.etsap.org](http://www.etsap.org)

Holttinen H., Tuhkanen S. (2004). The Effect of Wind Power on CO<sub>2</sub> Abatement in the Nordic Countries *Energy Policy* vol. 32, p. 1639-1652.

Kannan R., Strachan N. (2009). Modelling the UK residential energy sector under long-term decarbonisation scenarios: Comparison between energy systems and sectoral modeling approaches, *Applied Energy*, vol. 86, p 416-428.

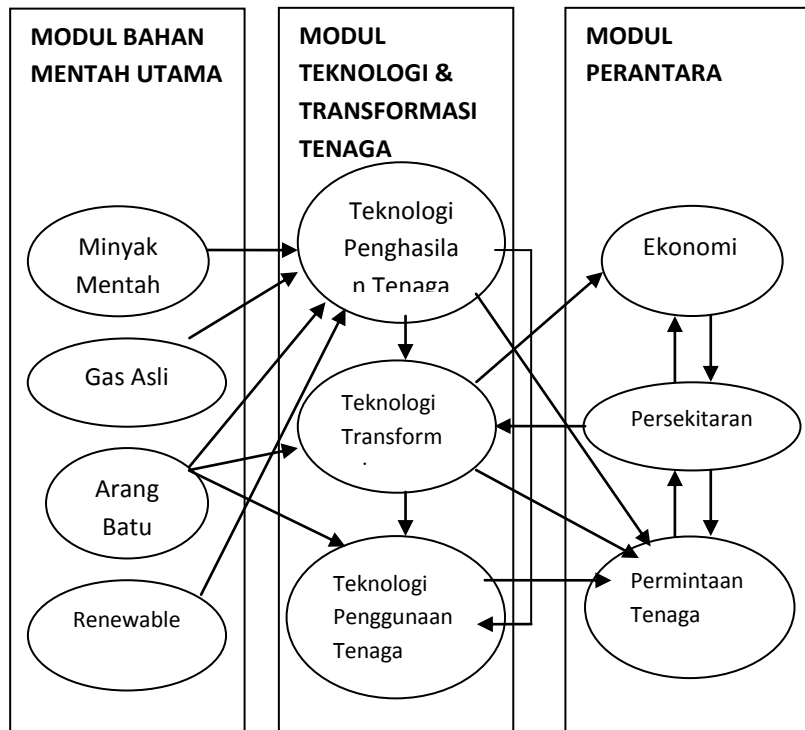
Kanudia A., Shukla P.R. (1998). Modelling of Uncertainties and Price Elastic Demands in Energy-Environment Planning for India, *OMEGA* vol. 26, p 409-423.

National Working Group Malaysia. (1990). Integrated Energy Analysis for Malaysia using ENPEP Model: Final Draft. Kementerian Tenaga Pos dan Telekomunikasi Malaysia.

Sayed Mohammad Sadegh Zadeh. (2009). An Integrated Method for Decentralized Heat and Power Planning *Eurocon 2009, IEEE* p486-493.

Shin HC., Park JW., Kim HS., Shin ES. (2005). Environmental and Economic Assessment of Landfill Gas Electricity Generation in Korea Using LEAP model *Energy Policy* vol 33 p 1261-1270.

The 2<sup>nd</sup> ASEAN Energy Demand Outlook. (2009). Institute of Energy Economics Japan.



Rajah 1: Carta Aliran Model Tenga Bersepadu Malaysia