



Perwakilan Pengetahuan Faraid: Satu Tinjauan Perluasan

KHAIRUDDIN BIN OMAR, SITI NORUL HUDA BINTI SHEIKH ABDULLAH
& ABDUL RAZAK BIN HAMDAN

ABSTRAK

Kertas ini dikemukakan untuk membincangkan penggunaan teknik Kecerdasan Buatan (KB) dalam menghuraikan faraid dengan memberikan penekanan kepada perwakilan pengetahuan faraid. Dua bentuk perwakilan pengetahuan telah dipilih iaitu perwakilan berasaskan sistem pengeluaran dan kerangka. Empat contoh pengaturcaraan mantik digunakan bagi menjelaskan kedua-dua pendekatan ini iaitu PROLOG'86, FRAMELOG, ES/KERNEL/W dan FLEX/WINPROLOG. FLEX WINPROLOG adalah pengaturcaraan mantik terkini. Pengaturcaraan ini lebih mesra pengguna dan banyak ciri-ciri baru telah diperkenalkan. Selain itu, perbandingan prestasi cengkerang-cengkerang pakar tersebut juga digariskan sebagai tinjauan perluasan bagi sistem berasaskan pengetahuan faraid.

ABSTRACT

This paper will discuss on Artificial Intelligence techniques to be applied on faraid domain precisely on faraid knowledge representations. Two types of knowledge representations are chosen; production rules and frame representations. Four examples on logic programming such as PROLOG'86, FRAMELOG, ES/KERNEL/W, and FLEX/WINPROLOG will be explained clearly to define both approaches. FLEX WINPROLOG is the most recent logic programming that equipped with new features and user-friendly capability. Comparisons between expert system shells as mentioned above are highlighted for improving faraid knowledge-based system.

PENGENALAN

Kecerdasan Buatan (KB) adalah satu bidang yang sangat luas dan membawa tanggapan yang berbeza-beza dari pandangan perspektif yang berbeza. Antara lain tujuannya ialah untuk membuatkan komputer melaksanakan tugas-tugas yang memerlukan kecerdasan manusia. Terdapat banyak tugas yang memerlukan kecerdasan ini umpamanya aritmetik kompleks yang sangat



mudah dilaksanakan oleh komputer. Namun ada juga tugas-tugas yang tidak memerlukan berfikir seperti mengecam muka tetapi tersangat sukar diautomatikkan. KB sebenarnya memberikan perhatian kepada tugas-tugas seperti ini, yang memerlukan proses pentakulan dan pengetahuan yang kompleks dan canggih (Eddy & Cawsey 2002; Amandi et al. 2005). Menurut Eddy & Cawsey (2002) lagi, tugas-tugas ini berbentuk duniawi seperti perancangan, visi, robot dan Bahasa Asli, dan berbentuk pakar seperti diagnosis perubatan, kejuruteraan, konfigurasi komputer dan perancangan kewangan (Russell & Norvig 2003; Luger dan Stubblefield 2002; Sowa 2000).

Terdapat beberapa teknik yang boleh digunakan di dalam KB. Teknik-teknik ini memberi penekanan kepada bagaimana mewakili, memanipulasi dan mentakulkan sebarang pengetahuan. Keperluan kepada pengetahuan dalam domain tertentu dan pengetahuan yang bagaimana hendak ditakulkan dengan domain ini mesti diwakili dengan perwakilan tertentu secara berkesan dan bermakna. Hanya dengan menumpukan kepada fakta-fakta tertentu dan mengaitkan fakta-fakta ini dengan skema perwakilan formal, maka perwakilan akan lebih berkesan dan bermakna (Eddy & Cawsey 2002). Perwakilan formal ini akan dimanipulasikan dengan menggunakan atur cara komputer. Semantik bahasa perwakilan dapat menyediakan satu pemetaan di antara ungkapan bahasa formal dengan dunia nyata.

Menurut Durkin (1994), pengetahuan adalah kuasa yang menekankan kepentingan pengetahuan kepada sesuatu sistem pakar atau atur cara KB. Beliau juga menterjemahkan pengetahuan sebagai pemahaman kepada satu bidang subjek atau domain tertentu. Atur cara KB ini memanipulasikan simbol untuk menyelesaikan masalah. Oleh itu, simbol dan struktur simbol pula akan membentuk perwakilan pengetahuan. Jelasnya simbol dan perwakilan formal adalah dua perkara yang sama, manakala semantik bahasa perwakilan dan struktur simbol juga adalah dua perkara yang sama.

Selain itu, perwakilan pengetahuan juga ditakrifkan sebagai satu cara yang bersistem untuk menyusun pengetahuan (Vranes & Stanojevic 1999) yang telah diperolehi dari pelbagai sumber ke dalam format yang tetap dan piawai. Seterusnya ia boleh dicapai dan dikenal pasti oleh suatu alkhwarizmi yang dipanggil enjin pentadbiran ketika dalam proses pentakulan, alasan atau dalilan (Chong dan Lee 1987). Manakala Krishna Rao (2000), menyatakan satu program logik P telah diterjemahkan sebagai satu set terhingga bagi set klausa tertentu membentuk $H \leftarrow B_1, \dots, B_n$ di mana B_1, \dots, B_n dan H adalah atom. H adalah kepala dan B_1, \dots, B_n adalah badan dan n adalah panjang atau jarak badan bagi klausa tertentu.

Secara umumnya menurut Eddy & Cawsey (2002), keperluan asas untuk satu bahasa perwakilan pengetahuan ialah:



- i. dapat membenarkan kesemua pengetahuan diwakilkan supaya boleh ditakul,
- ii. membenarkan pengetahuan baru ditadbirkan hasil dari satu set fakta,
- iii. ditadbirkan secara berkesan,
- iv. mengetahui keperluan ungkapan bahasa yang dibenarkan dan apa maknanya, dan
- v. mengetahui bahasa yang cukup berpatutan keasliannya dan senang digunakan.

Bagaimanapun tidak semua bahasa perwakilan dapat memenuhi keperluan ini secara sempurna. Bahasa perwakilan sangat bergantung kepada tugas pentaklukan iaitu satu bahasa perwakilan sesuai untuk mewakilkan satu tugas tertentu tetapi tidak sesuai mewakilkan tugas yang lain.

Secara umumnya perwakilan pengetahuan terdiri daripada beberapa jenis iaitu sistem pengeluaran, kerangka, rangkaian semantik, graf konseptual, skrip, dan perwakilan secara mantik atau logik (Negnevitsky 2002; Minsky 1975; Bratko 2001; Vranes & Stanojevic 1999; Malpas 1987; Rowe 1988; Walker et al. 1987). Kesemua perwakilan ini mempunyai keistimewaannya tersendiri. Perwakilan pengetahuan untuk tugas-tugas duniawi dan pakar telah banyak dibincangkan dan diseminarkan tetapi syariah atau perundangan Islam yang digolongkan kepada tugas pakar jarang diberi perhatian (Khairuddin 1988). Dalam kertas ini, perbincangan akan ditumpukan kepada satu bidang syariah Islam iaitu sistem pusaka Islam dengan penekanan kepada faraid (Nasrun 2000; Zurinah 1983; Abdul Razak 1988). Penekanan sepenuhnya adalah tentang perwakilan pengetahuan faraid menggunakan teknik perwakilan kerangka, sistem pengeluaran dan perlaksanaannya menggunakan pengaturcaraan mantik dengan mengambil beberapa contoh pembahagian harta pusaka menurut pandangan Islam. Sebahagian daripadanya akan diterangkan di bahagian '*Faraid Sepintas Lalu*' dan bahagian '*Perwakilan Pengetahuan Faraid*' yang mana contoh-contoh pelaksanaan perwakilan pengetahuan faraid dalam beberapa bahasa perwakilan berlainan seperti PROLOG'86 oleh Khairuddin (1988) dan Nuha (1988), FRAMELOG oleh Zahran (1987, 1989), ES/KERNEL/W oleh Mohammad Sham (1992), dan FLEX/WINPROLOG akan diberikan. FLEX/WINPROLOG merupakan satu cengkerang baru bagi pengaturcaraan mantik berasaskan sistem pengendalian WINDOWS, (LPA 2002). Dalam bahagian '*Perbandingan Prestasi Cengkerang-cengkerang Pakar Bagi Sistem Pengetahuan Berasaskan Faraid*' pula akan diterangkan perbandingan prestasi dan kemudahan-kemudahan cengkerang pakar PROLOG'86, FRAMELOG, ES/KERNEL/W dan FLEX/WINPROLOG yang telah digunakan dalam sistem berasaskan faraid. Beberapa cadangan cengkerang pakar baru yang boleh ditinjau oleh penyelidik turut digariskan dalam bahagian tersebut.



FARAID SEPINTAS LALU

Perhatikan peraturan berikut (Abdul Rashid 1987):

“Suami mempunyai dua jenis faraid: Pertama, apabila terdapat bersama suami anak (lelaki atau perempuan atau kedua-duanya) atau anak kepada anak lelaki (lelaki atau perempuan atau kedua-duanya) atau seterusnya sejauh-jauhnya iaitu sama ada seorang atau lebih, maka suami akan mengambil faraidnya sebanyak $1/4$. Kedua, apabila si suami mewarisi tanpa disertai oleh seorang atau lebih dari waris tersebut di atas, maka ia akan mengambil $1/2$ bahagian”.

Fakta atau pengetahuan seperti di atas perlu disusun dan diterjemahkan ke dalam bentuk perwakilan pengetahuan yang boleh diterima oleh alkhwarizmi enjin pentadbiran. Ia merupakan satu daripada isu-isu lain yang lebih rumit seperti isu pengkelasan ahli waris dari sudut kewujudan harta. Pengkelasan ahli waris dari sudut kewujudan boleh ditinjau dari beberapa segi seperti golongan yang masih hidup dan golongan yang telah tiada, atau dari segi golongan yang termasuk di dalam kes-kes mudah, kes-kes khas dan masalah datuk. Golongan yang hidup termasuklah juga ahli waris yang hilang tetapi diyakini telah mati atau yang tiada langsung. Pengkelasan ahli waris dari sudut hubungan darah dan penghibaban telah dijelaskan di dalam Abdul Rashid (1987, 1988), Mohd Ridzuan (1988), Mohd Akhir (1988), Omar (1962), Al-Haj Mahomed Ullah (1934) dan Haji Abdul Ghani (1952).

PERWAKILAN PENGETAHUAN FARAID

Berdasarkan kepada isu-isu yang telah dinyatakan, tiga contoh perwakilan pengetahuan untuk menggambarkan konsep faraid dikemukakan iaitu kerangka berkonsep, sistem pengeluaran dan pengaturcaraan mantik.

PENDEKATAN KERANGKA DAN KONSEP

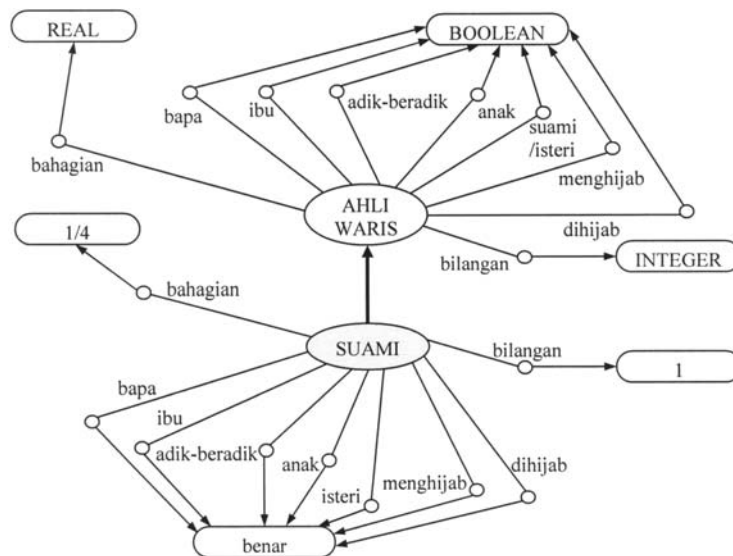
Kerangka adalah hasil gambaran Minsky (1975) yang merupakan suatu koleksi jaringan semantik berslot dan menggambarkan objek stereotaip. Kerangka mewakili konsep-konsep objek dengan memaparkan semua kemungkinan atribut. Zahran (1987) pula mentakrifkan kerangka sebagai satu perwakilan konsep umum. Konsep umum ini menggambarkan suatu set objek yang khusus yang diberikan atributnya. Atribut konsep digambarkan oleh peranannya dan kekangan yang diberikan ke atas konsep tersebut. Peranan utama konsep pula diwakilkan oleh suatu nama slot. Slot-sot akan diberikan kekangan yang berupa berangka (seperti integer, nyata dan titik apungan), mantik (seperti Boolean), teks (seperti rentetan), bersimbol, bergrafik atau bergambar. Slot-slot ini juga boleh berupa jenis pembatasan seperti pandangan sudut atau aspek yang lain. Bahan bacaan lain juga boleh ditinjau seperti



Garavaglia (1987), Walters & Nielsen (1988), Waterman (1986) dan Lim *et al.* (1989). Secara umumnya, kerangka dikendalikan sama seperti jaringan semantik. Dalam hal ini, kerangka dan jaringan semantik dirujuk sebagai sistem berasaskan kerangka.

Isu utama dalam perwakilan kerangka ialah tentang konsep sesuatu domain masalah. Konsep yang akan dipertimbangkan ialah tentang ilmu faraid itu sendiri yang melibatkan si mati atau pewaris, golongan ahli waris, serta harta yang ditinggalkan. Selain daripada itu, kerangka sering melibatkan isu-isu lain seperti konsep berhierarki, kekangan-kekangan terhadap konsep, dan pengkelasan semula objek atau konsep. Di dalam kertas ini, faraid akan dihurai berdasarkan isu-isu tersebut.

Rajah 1 menunjukkan satu contoh kerangka *Ahli Waris* secara grafik yang dikemukakan oleh Khairuddin (1988). Konsepnya dinyatakan oleh bulatan yang tidak berlorek seperti ahli waris, integer, nyata dan Boolean. Perannya pula dilabelkan oleh bulatan yang kecil dan diberikan nama masing-masing seperti ibu, adik-beradik, anak, isteri, menghijab, dihijab, bahagian dan bilangan. Hubungan yang digambarkan di sini menggunakan hubungan *adalah*. Gambaran ini juga menggambarkan satu contoh konsep iaitu suami (lihat bulatan berlorek), yang diketahui mempunyai semua nilai-nilai slot dari jenis integer, nyata dan Boolean.



Catatan:

Kerangka *Ahli Waris* terdiri daripada:

Slot bapa, ibu, adik-beradik, anak, isteri, menghijab dan dihijab dari jenis BOOLEAN, slot bahagian dari jenis NYATA, dan slot bilangan dari jenis INTEGER.

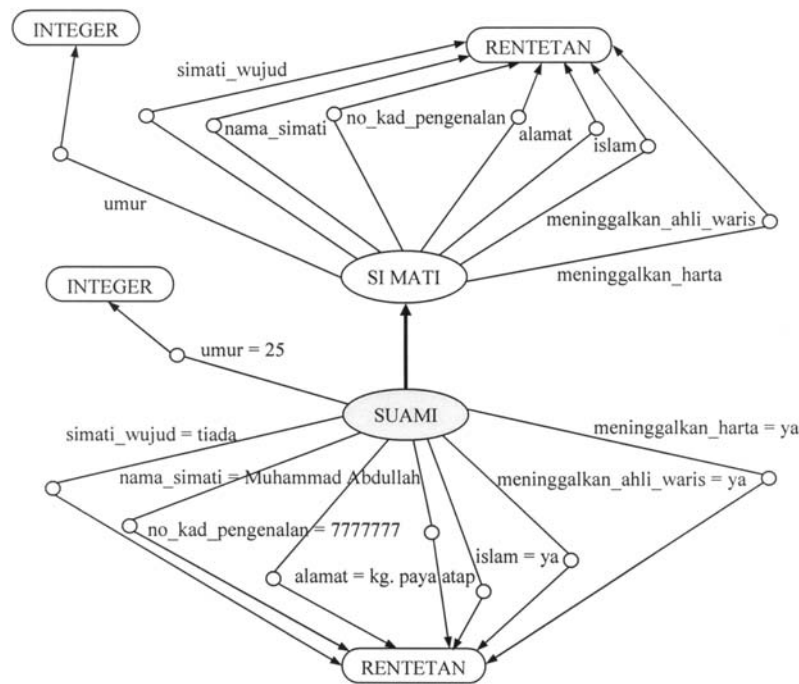
RAJAH 1. Perwakilan kerangka ahli waris oleh Khairuddin (1988)





Contoh dalam Rajah 1 menggambarkan bahagian suami yang sepatutnya diterima jika semua slot bernilai. Suami akan menerima bahagiannya sebanyak 1/4 atau 25 peratus daripada harta disebabkan mempunyai anak. Kehadiran anak itu akan menghibab sebahagian daripada bahagian suami.

Kerangka yang digambarkan dalam Rajah 1 boleh diubahsuai supaya lebih lentur seperti yang digambarkan dalam Rajah 2. Terdapat beberapa slot yang dikira lebih penting tentang ahli waris ialah tentang wujud atau tidak ahli waris tersebut, ahli waris mestilah seorang yang beragama Islam. Selain daripada itu terdapat juga slot-slot lain yang menyatakan butir-butir peribadi tentang ahli waris seperti nombor kad pengenalan, alamat, umur, meninggalkan waris atau tidak, dan mempunyai harta.



RAJAH 2. Cadangan kerangka ahli waris oleh Khairuddin (1988)

Kerangka *Harta* pula yang digambarkan dalam Rajah 3 hanya mempunyai slot wujud dan nilainya. Slot-slot lain juga boleh diambil kira misalnya jenis-jenis harta yang terdiri daripada harta boleh alih dan tak boleh alih seperti yang dijelaskan oleh Abdul Razak dan Khairuddin (1991a,1991b).

Hierarki konsep faraid sangat sukar dibina. Walau bagaimanapun satu bentuk yang paling mudah dicari supaya dapat menjelaskan hierarkinya dengan mempertimbangkan konsep golongan ahli waris seperti yang





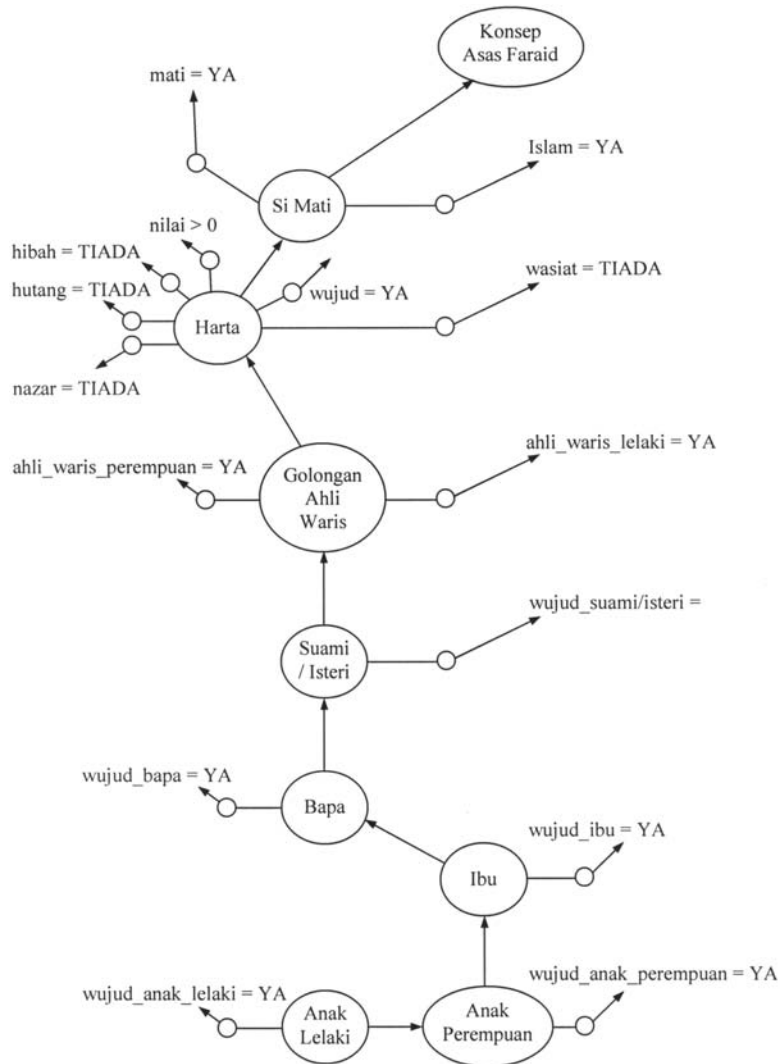
RAJAH 3. Kerangka harta

dipaparkan dalam Rajah 4. Konsepnya adalah *Golongan Ahli Waris* yang mana *Ashabul Furud*, *Asabah*, dan *Dhawil Arham* adalah subkonsep (atau hubungan *adalah*) bagi konsep tersebut. Hubungan ini mengikat kaedah pewarisan iaitu jika *A* adalah subkonsep kepada *B* maka *A* akan mewarisi segala peranan yang dimainkan oleh *B*. *A* juga mungkin mempunyai slot yang tidak punyai oleh *B*. Hubungan itu dikatakan transitif dan boleh dijadikan sebagai slot-slot, juga boleh dibina graf konsep *asiklik* (tak berkitar). Dalam hal ini semua subkonsep perlu dihubungkan dengan konsep yang mewarisinya (Walters & Nielsen 1988; Zahran 1987).

Kekangan-kekangan yang dipunyai oleh sesuatu konsep dan bersama-sama dengan peranannya serta hubungan di antara subkonsep boleh memaparkan pengkelasan sesuatu objek jika diberikan satu contoh tentang konsep itu (Zahran 1987). Dalam faraid, pengkelasan lebih tertumpu kepada *Golongan Ahli Waris*, seperti yang digambarkan dalam Rajah 4. Hubungan yang dipaparkan itu tidaklah begitu rumit. Terdapat subkonsep *Ashabul Furud* yang mewarisi subkonsep *Waris Utama*, kemudian mewarisi subkonsep *Asabah*, dan kemudian mewarisi subkonsep *Anak Perempuan*. Manakala terdapat satu lagi subkonsep yang diwarisi *Asabah* iaitu subkonsep *Bighairiah* yang juga mewarisi subkonsep *Anak Perempuan*. Di sini, subkonsep *Anak Perempuan* memainkan dua peranan iaitu sebagai golongan *Ashabul Furud* yang utama dan pada satu sudut lagi sebagai golongan *Asabah Bighairiha* tertakluk kepada kehadiran *Anak Lelaki*. Kedua-dua peranan itu berjalan serentak dan tidak boleh dipisahkan. Perubahan konteks juga boleh berlaku terhadap subkonsep *Anak Perempuan* iaitu apabila kehadiran *Anak Perempuan* tidak disertai oleh kehadiran *Anak Lelaki*, maka *Anak Perempuan* bukan lagi diwarisi oleh subkonsep *Asabah Bighairiha* tetapi masih kekal sebagai golongan *Ashabul Furud* yang utama.

Subkonsep juga boleh mewarisi kekangan yang dipunyai oleh konsep yang lebih atas. Maksudnya pewarisan bukan sahaja boleh berlaku kepada subkonsep sahaja malah kepada kekangannya juga, dan boleh mempunyai kekangan tambahan **DAN/ATAU** yang mengehendkan kekangan selanjutnya. Misalnya, adakah gambaran dalam Rajah 5 menggambarkan maksud tadi?





RAJAH 5. Konsep faraid secara kerangka

dikenal pasti oleh sistem untuk menjawab pertanyaan tentang bagaimana satu-satu keputusan dapat dicapai atau tidak dapat dicapai, dan mengapa sesuatu fakta itu digunakan atau tidak;

- c) ia mudah diuruskan. Sistem pengeluaran dapat membenarkan pengetahuan itu ditambah, disingkir atau diubah tanpa mengganggu keseluruhan sistem. Dengan perkataan lain, petua-petua pengeluaran boleh ditambah, disingkir atau diubah tanpa memberi kesan terhadap petua-petua yang



lain di dalam sistem. Di sini, petua-petua pengeluaran itu seolah-olah bertindak sebagai sesuatu cebisan pengetahuan, yang tidak bersandar kepada satu sama lain. Fitur sistem jenis ini dikatakan sebagai 'modulariti'. Dalam hal ini, ia seponya dengan pangkalan ilmu/pengetahuan itu lebih mudah.

- d) *sistem pengeluaran* juga dapat mewakilkan pengetahuan dalam bentuk yang lebih seragam. Semua alasan-alasan yang ada dapat ditakrifkan dengan baik dan terurus. Keseragaman ini juga membenarkan usaha pentahkikan dan penjelasan terhadap deduksi sistem dengan lebih baik lagi.

Bentuk perwakilan sistem pengeluaran boleh digambarkan seperti berikut (Khairuddin 1988):

BENTUK PETUA

- 1) **JIKA** sah pewaris
a) Ada anak **ATAU**
b) Ada cucu
MAKA
Suami mendapat "1/4".

- 2) **JIKA** sah pewaris
a) Tiada anak **DAN**
b) Tiada cucu
MAKA
Suami mendapat "1/2".

Syarat-syarat Pewaris:

- | | | |
|---------------|---|----------------|
| 1) Ada anak | } | syarat positif |
| 2) Ada cucu | | |
| 3) Tiada anak | } | syarat negatif |
| 4) Tiada cucu | | |

Keputusan:

- 1) Suami mendapat "1/4"
2) Suami mendapat "1/2"

Segala pengetahuan di atas boleh diwakili dengan peraturan sahaja. Jika ia boleh diwakilkan dalam bentuk **JIKA** "syarat" **MAKA** "keputusan" tanpa menghilangkan makna atau maksud asal pengetahuan, maka pengetahuan itu dikatakan telah berjaya diwakilkan (Chong dan Lee 1987).

Contoh perwakilan yang dipaparkan di atas adalah sesuai untuk mewakilkan satu maklumat untuk suami pewaris sahaja. Tetapi sekiranya



pewaris meninggalkan lebih seorang ahli waris maka kita akan peroleh banyak lagi “syarat” dan “keputusan”. Pada akhirnya didapati **BENTUK PETUA** boleh dinyatakan seperti berikut:

PETUA 1:

JIKA sah pewaris

- a) Ada anak **ATAU**
- b) Ada cucu

MAKA

Suami mendapat “1/2”.

Pernyataan “ATAU” bermaksud “jika syarat pertama bagi **PETUA 1** didapati tidak benar (atau tiada anak) maka syarat kedua bolehlah ditinjau”. Ini akan menghasilkan keputusan bahawa ahli waris “suami” akan menerima bahagiannya sebanyak 1/4 harta pewaris. Bagi “**DAN**” pula ia dikaitkan dengan penyatuan, semua syarat yang melibatkan “**DAN**” mestilah dipenuhi supaya dapat menghasilkan keputusan yang ditetapkan.

PENGATURCARAAN MANTIK

Berasaskan kepada perwakilan dalam bahagian ‘*Pendekatan Kerangka dan Konsep*’ dan bahagian ‘*Pendekatan Sistem Pengeluaran*’, perwakilan mantik dapat diwakilkan. Perwakilan mantik yang akan disentuh di bahagian ini adalah secara ringkas iaitu perwakilan mantik menggunakan PROLOG’86, FRAMELOG, ES/KERNEL dan FLEX/WINPROLOG.

PERWAKILAN MANTIK MENGGUNAKAN PROLOG’86

Perwakilan petua dalam bahagian ‘*Pendekatan Sistem Pengeluaran*’ apabila digambarkan dalam bentuk bahasa pengaturcaraan PROLOG’86 (Khairuddin 1988) secara sintaksisnya adalah seperti berikut:

Petua(<N>,<Jenis>,<Waris>,<Bahagian>,<Senarai_syarat>)

dengan

<N>	adalah nombor petua, unik di antara semua petua,
<Jenis>	terdiri dari ‘sah’ sahaja,
<Waris>	adalah nama bagi ahli waris,
<Bahagian>	adalah nama bagi bahagian yang diperolehi oleh ahli waris,
<Senarai_syarat>	adalah terdiri daripada satu senarai nombor-nombor syarat untuk menggambarkan sesuatu syarat.



Syarat pula ditulis seperti berikut:

$Syarat(\langle N \rangle, \langle Pernyataan \rangle, \langle Sahih \rangle)$

dengan

$\langle N \rangle$ nombor syarat, paling unik antara semua syarat-syarat,
 $\langle Pernyataan \rangle$ bentuk atomik yang bermaksud semua syarat yang perlu dipenuhi sebelum seseorang ahli waris layak menerima bahagiannya. “Syarat-syarat” yang digunakan dalam petua dengan hanya menggunakan nombor-nombor syarat – semua syarat itu mestilah dipenuhi supaya satu-satu petua itu benar atau berjaya, terdiri daripada nombor (integer, *real*), dan ‘y’ atau ‘t’.
 $\langle Sahih \rangle$

Bagi memudahkan perbincangan, dikemukakan beberapa contoh petua:

$petua(4, sah, su, 1/2, [2, 50, 54]),$
 $petua(5, sah, su, 1/2, [2, 8]),$
 $petua(6, sah, su, 1/2, [2, 13]),$
 $syarat(2, [ada, suami], y),$
 $syarat(8, [ada, anak], t),$
 $syarat(13, [ada, cucu], t),$
 $syarat(50, [tiada, anak], y),$
 $syarat(2, [tiada, cucu], y),$
 $waris(2, su, 'SUAMI').$

Perwakilan di atas apabila diterjemahkan ke dalam bahasa Malaysia menyatakan bahawa petua 4 bermaksud suami (su) jika sah waris kepada si mati, akan menerima $1/2$ bahagian jika telah sah suami itu ada (*syarat* 2), dan tiada anak (*syarat* 50), dan tiada cucu (*syarat* 54). Dengan menggunakan cara yang sama, petua ke 5 dan 6 dapat difahami. Perwakilan mantik bagi menggambarkan kerangka adalah terlalu rumit, kadangkala terpaksa menggunakan mantik predikat yang lebih tinggi seperti peringkat kedua dan ke atas. Walau bagaimanapun untuk menggambarkan ahli waris seperti dalam Rajah 1 masih tidak begitu sukar seperti yang dikemukakan oleh Khairuddin (1988). Dalam contoh tersebut, semua nilai slot dalam kerangka hanya terdiri daripada fakta-fakta, dengan nama-nama predikat yang biasa. Slot-slot yang belum bernilai dapat diwakilkan dalam bentuk seperti berikut:

$slot(\langle Objek \rangle, \langle Nama_slot \rangle).$



Andaikan bahawa slot itu bukan nama bagi Nama_slot. Berikut adalah sebahagian daripada kerangka yang berkaitan dengan ahli waris (hasil dari gambaran dalam Rajah 1) boleh diwakilkan dengan sintaksisnya iaitu:

nilai(<Objek>,<Slot>,<Nilai>)
dan *unit*(<Objek>,<Slot>, <Nilai>).

Maksudnya <Slot> bagi <Objek> punya <Nilai>. Objek yang dimaksudkan di sini adalah waris misalnya suami. Perhatikan contoh berikut:

nilai(suami, dihibab_sebahagian, anak_lelaki).
nilai(suami, dihibab_sebahagian, anak_perempuan).
nilai(suami, dihibab_sebahagian, cucu_lelaki).
slot(suami, bahagian).
slot(suami, anak).
slot(suami, isteri).
slot(suami, ibu).
slot(suami, bapa).
slot(suami, bahagian).
unit(suami, adik-beradik).
unit(suami, anak, bil_anak).
unit(suami, isteri, bil_isteri).
unit(suami, ibu, bil_ibu).
unit(suami, bapa, bil_bapa).
unit(suami, adik-beradik, bil_adik-beradik).
unit(suami, bahagian, 0.25E2).

Penjelasan tentang petua di atas adalah seperti yang terdapat di bahagian 'Pendekatan Kerangka dan Konsep'. Jika terdapat 25 ahli waris, kerangka akan bertambah dari masa ke semasa. Secara umumnya, pertambahan bilangan itu akan menyebabkan perwakilan pengetahuan faraid menjadi bertambah sukar untuk diwakilkan dan boleh mengelirukan pengguna-pengguna. Bagaimanapun kajian lanjut masih lagi dijalankan dan akan dibincangkan dalam makalah yang lain.

PERWAKILAN MANTIK MENGGUNAKAN FRAMELOG

Perwakilan mantik menggunakan FRAMELOG menggabungkan konsep kerangka, seperti yang telah dijelaskan pada bahagian 'Pendekatan Kerangka dan Konsep', dengan konteks-konteks mantik (Zahran 1987; Zahran 1989; Chong dan Zahran 1989). Dalam kaedah ini, set-set petua digunakan untuk mengungkapkan hubungan di antara konsep slot kepunyaan dan konsep slot kekangan. Sebagai contoh, perhatikan Rajah 1. Slot kepunyaan boleh

diungkapkan dalam bahasa pengaturcaraan FRAMELOG, diberikan seperti berikut:

```

Frame ahli_waris has
    Bapa, ibu, adik_beradik, anak, isteri,
    Menghijab, dihijab slot type Boolean #
    Bahagian slot type real #
    Bilangan slot type integer #
Endframe

```

Slot kekangan boleh menggambarkan konsep penghijaban. Perhatikan Rajah 6 yang memaparkan konsep penghijaban menggunakan jaringan semantik. Konsep utama yang hendak dinyatakan di sini ialah tentang *Anak Lelaki*. Slot kekangan bagi konsep *Anak Lelaki* apabila ditulis dalam bahasa pengaturcaraan FRAMELOG adalah seperti berikut:

```

constraint((menghijab_sebhg((suami; isteri), ibu,datuk,
    nenek_sahihah), mentaksib(anak_perempuan), menghijab
    (cucu_perempuan, cucu_lelaki, cicit_lelaki, cicit_perempuan,
    sdr_lelaki_kandung, sdr_perempuan_kandung, sdr_lelaki_sebapa,
    sdr_perempuan_sebapaÖ))#

```

Maksudnya anak lelaki menghijab sebahagian bahagian suami atau isteri serta bapa, ibu, datuk dan nenek sahahah, mentaksib bahagian anak perempuan, menghijab cucu perempuan, dan seterusnya.

PERWAKILAN MANTIK MENGGUNAKAN ES/KERNEL/W

Satu projek faraid yang menggunakan ES/KERNEL/W telah dijalankan oleh Mohammad Sham (1992) yang memberikan tumpuan kepada masalah kes-kes khas. Perwakilan pengetahuan yang digunakan oleh ES/KERNEL/W adalah kerangka, metapetua, dan petua. Satu contoh kerangka yang dicadangkan untuk menggambarkan konsep kerangka *Simati* adalah seperti berikut:

```

(Simati
    class faraid
    simati wujud (data_type string)
                (range {ADA, TIADA})
    nama_simati (data_type string)
    no_kad_peng (data_type string)
    alamat      (data_type string)
    umur        (data_type int)
    islam       (data_type string)
                (range {YA,TAK})

```



```

    meninggalan_ahli_waris    (data_type string)
                             (range {YA,TAK})
    meninggalan_harta        (data_type string)
                             (range {YA,TAK})
)

```

Slot-slot yang terkandung di dalam kerangka tersebut hanyalah terdiri daripada si mati (telah disahkan mati), nama si mati, nombor kad pengenalan, alamat, umur, beragama Islam, ada meninggalan ahli waris, dan ada meninggalan harta. Kesemua slot tersebut mewakili ciri-ciri yang perlu ada pada si mati tersebut serta mempunyai jenisnya tersendiri di samping kekangannya seperti yang dipaparkan di atas tadi.

Selain daripada itu terdapat dua lagi kerangka yang mempunyai hubungan rapat dengan kerangka *Simati* iaitu kerangka *Golongan Ahli Waris* dan kerangka *Harta*. Kerangka *Golongan Ahli Waris* digambarkan seperti berikut:

```

(Golongan_Ahli_Waris
 class
 ahli_waris_lelaki        faraid
                          (data_type string)
                          (range {ADA,TIADA})
 ahli_waris_perempuan    (data_type string)
                          syarat negatif(range {ADA,TIADA})
 ahli_waris_perempuan    (data_type string)
                          (range {ADA,TIADA})
)

```

Kerangka *Golongan Ahli Waris* pula boleh mempunyai beberapa subkonsepnya tersendiri seperti bapa, datuk, ibu, suami, isteri, ahli-ahli waris yang lain yang tergolong kepada 25 orang tersebut. Satu subkonsep tersebut ialah *Bapa* yang mempunyai slot-slot yang sama dengan kerangka *Simati*.

```

(Bapa
 class
 bapa_wujud              Golongan_Ahli_Waris
                          (data_type string)
                          (range {ADA,TIADA})
 nama_bapa               (data_type string)
 no_kad_peng             (data_type string)
 alamat                  (data_type string)
 umur                    (data_type string)
 islam                   (data_type string)
                          (range {YA,TAK})
 meninggalan_ahli_waris (data_type string)
                          (range {YA, TAK})
)

```





```

        meninggalkan_harta      (data_type string)
                                (range {YA,TAK})
    )

```

Kerangka *Harta* perlu digambarkan seperti berikut:

```

(Harta
  class      faraid
  wujud      (data_type string)
              (range {ADA, TIADA})
  nilai      (data_type real)
)

```

Ketika melaksanakan faraid semua slot-slot di dalam kerangka ini hendaklah dipenuhi dengan jawapan yang diberikan oleh pengguna supaya ciri-ciri faraid itu dapat dipenuhi. Jika tidak dipenuhi maka ciri-ciri tadi tidak sah.

Terdapat satu lagi bentuk perwakilan pengetahuan yang digunakan di dalam ES/KERNEL/W iaitu metapetua. Metapetua ini bertujuan mengumpulkan petua-petua ke dalam satu bentuk kumpulan supaya senang ditadbir dan masing-masing kumpulan tersebut diberikan nilai keutamaan tertinggi akan dilaksanakan terlebih dahulu. Metapetua yang dicadangkan adalah seperti berikut:

```

If start
  Then (rule_group {Mula_Kenalpasti_Simati}
        Priority 100)
        (rule_group {Uji_Kewujudan_Harta}
        priority 90)
        (rule_group {Uji_Kewujudan_&_Pengkelasan_Ahli_Waris}
        priority 80)
        (rule_group {Uji_Kes_kes_Khas}
        priority 70)
        (rule_group {Pembahagian_Sebenar}
        priority 60)
        (rule_group {Kesimpulan}
        priority 50)

```

Setiap kumpulan petua tersebut akan dilaksanakan mengikut prioriti atau keutamaan seperti yang dinyatakan. Contoh-contoh petua yang dicadangkan adalah seperti berikut:





```
{Mula_Kenalpasti_Simati}
(Uji_simati_1
if (Simati@simati_wujud=YA) then
    (send Maklumat_asas_peribadi erase)
    (send Tanya_kewujudan_Harta erase)
)
```

Petua Uji_simati_1 bertujuan untuk mengenal pasti sama ada si mati benar-benar telah disahkan mati. Jika benar demikian maka pertanyaan selanjutnya akan diteruskan iaitu dengan memasukkan butir-butir tentang si mati dan kemudian bertanya tentang kewujudan harta. Berikut adalah satu contoh petua (nama petua ialah Uji_harta_1) yang menunjukkan si mati telah meninggalkan harta.

```
{Uji_Kewujudan_Harta}
(Uji_harta_1
if (Harta@wujud = ADA
@nilai>0.0) then
    (send Simati assign(meninggalkan_harta,YA))
)
```

Berikut pula adalah dua contoh petua tentang kewujudan ahli waris bergelar bapa.

```
{Uji_Kewujudan_&_Pengkelasan_Ahli_Waris}
(Uji_bapa_1
if (bapa=0) then
    (send Bapa assign(bapa_wujud,YA)
    (send Mula_Tanya_datuk erase)
    (send Tanya_kewujudan_datuk display)
)
```

```
(Uji_bapa_2
if (bapa>0
    Bapa=1)then
    (send Bapa assign(bapa_wujud,YA)
    (send Mula_Tanya_Ibu erase)
    (send Tanya_kewujudan_Ibu display)
)
```

Petua Uji_bapa1 menunjukkan bahawa jika bapa tiada, maka kewujudan datuk akan diuji. Petua Uji_bapa_2 pula menunjukkan jika bapa ada, maka kewujudan ibu akan diuji.



Berikut adalah satu contoh petua yang menjelaskan tentang wujudnya satu kes yang dinamakan kes Malikiyyah. Kewujudan kes ini diuji dengan kehadiran ahli waris yang berkenaan sahaja seperti yang dinyatakan di bawah:

```
{Uji_Kes_kes_Khas}
{Kes_Malikiyyah_1
if (Golongan_Ahli_Waris @datuk@datuk_wujud=ADA
    @suami@suami_wujud=ADA
    @isteri@isteri_wujud=TIADA
    @ibu@ibu_wujud=ADA
    @anak_lelaki@anak_lelaki_wujud=TIADA
    @anak_perempuan@anak_perempuan_wujud
    =TIADA
    @cucu_lelaki@cucu_lelaki_wujud=TIADA
    @cucu_perempuan@cucu_perempuan_wujud
    =TIADA
    @sdr_lelaki_kandung@slk_wujud=ADA
    @sdr_lelaki_sebapa@slb_wujud=ADA
    @sdr_lelaki_seibu@sli_wujud=TIADA)
then
    (send Kes_Khas assign(wujud_kes=Malikiyyah))
)
```

Pembahagian sebenar untuk masalah faraid dinyatakan seperti petua di bawah dengan mengumpukkan bahagian masing-masing.

```
{Pembahagian_Sebenar}
(Pembahagian_Kes_Malikiyyah_1
if (Kes_Khas@wujud_kes=Malikiyyah) then
    (send Golongan_Ahli_Waris@datuk assign(bahagian, 1/6))
    (send Golongan_Ahli_Waris@suami assign(bahagian,3/6))
    (send Golongan_Ahli_Waris@ibu assign(bahagian,1/6))
    (send Golongan_Ahli_Waris@sdr_lelaki_kandung
    assign(bahagian,1/6))
    (send Golongan_Ahli_Waris@datuk assign(bahagian, 0))
    (send Tanya_Kewujudan_Harta erase)
)
```

Petua Uji_simati_1 bertujuan untuk mengenal pasti sama ada si mati benar-benar telah disahkan mati. Jika benar demikian, maka pertanyaan selanjutnya akan diteruskan iaitu dengan memasukkan butir-butir tentang si mati dan kemudian bertanya tentang kewujudan harta. Berikut adalah satu



contoh petua (nama petua ialah Uji_harta_1) yang menunjukkan bahawa si mati telah meninggalkan harta.

```
{ Uji_Kewujudan_Harta }
{ Uji_harta_1
if(Harta@wujud=ADA
 @nilai>0.0) then
  (send Simati assign(meninggalkan_harta,YA))
)

(Uji_bapa_2
if(bapa>0
  Bapa=1) then
  (send Bapa assign(bapa_wujud,YA)
  (send Mula_Tanya_Ibu erase)
  (send Tanya_kewujudan_Ibu display)
)
```

PERWAKILAN MANTIK MENGGUNAKAN FLEX/WIN-PROLOG

Satu lagi contoh cengkerang pakar yang boleh digunakan untuk perwakilan mantik adalah FLEX iaitu satu perkhidmatan yang terdapat dalam WIN-PROLOG. Ia agak mudah untuk menstrukturkan pengetahuan dalam gabungan teknik perwakilan pengetahuan iaitu sistem pengeluaran dan kerangka. Berikut adalah contoh atur cara pertanyaan menurut syarat-syarat asas yang patut dipatuhi sebelum harta sepeninggalan si mati dapat dibahagikan secara hukum faraid:

```
% Memulakan program faraid
action run;
do restart
and write_nl( 'Sila jawab syarat-syarat sah faraid terlebih dahulu' )
and ask nyawa_simati
and ask agama_simati
and ask harta_simati
and ask hibah_simati
and ask hutang_simati
and ask nazar_simati
and ask wasiat_simati
and ask jantina_simati
and ask waris
and write_nl( 'Sila jawab golongan ahli waris dengan terperinci' )
and invoke ruleset semak_petua
```



```
and invoke ruleset semak_pembahagian_harta
and write('Berikut adalah pembahagian harta secara faraid')
and nl
```

Sekiranya pengguna memenuhi syarat-syarat sah iaitu seperti yang termaktub dalam perwakilan kerangka seperti di bawah, maka pengguna dikatakan memenuhi syarat yang sepatutnya.

```
frame syarat_faraid;
  default nyawa_simati is tiada and
  default agama_simati is ya and
  default harta_simati is ya and
  default hibah_simati is tiada and
  default hutang_simati is tiada and
  default nazar_simati is tiada and
  default wasiat_simati is tiada and
  default waris is ya
```

Kemudian pengguna dikehendaki menyatakan golongan waris yang masih hidup supaya dapat diberi pembahagian secara adil dan saksama. Sila rujuk atur cara di bawah:

```
question golongan_ahli_waris
  Siapakah golongan ahli waris itu ?;
  choose some of ahli_keluarga_simati.
```

```
group ahli_keluarga_simati
  bapa, ibu, isteri, suami, anak_lelaki, anak_perempuan, cucu, nenek,
  datuk.
```

Hasil daripada maklumat yang diberi oleh pengguna tadi, enjin pentadbiran akan cuba mengesan petua yang patut ditembak dan dilancarkan supaya rumusan dapat dicapai kepada pengguna. Teknik gelintaran yang digunakan adalah gelintaran mendalam dahulu atau *Breadth First Search* manakala jenis pentakulan pula adalah rantaian hadapan.

```
%petua untuk isteri jika si mati adalah perempuan
rule petua_suami
  if jantina is perempuan
  and ahli_keluarga_simati is anak
  or ahli_keluarga_simati is cucu
  then suami berhak dapat 1/4
  else suami berhak dapat 1/2
```





```
%petua untuk suami jika simati adalah lelaki
rule petua_isteri
  if    jantina is lelaki
  and  ahli_keluarga_simati is anak
  or   ahli_keluarga_simati is cucu
  then isteri berhak dapat 1/8
  else isteri berhak dapat 1/4
```

Sekiranya pengguna memenuhi kerangka *syarat_faraid*, menyatakan bahawa si mati adalah lelaki, waris yang masih hidup adalah anak, dan *petua_isteri* dilancarkan, maka keputusan yang akan dipaparkan sebagai berikut:

isteri berhak dapat 1/8.

Secara ringkasnya kesimpulan akan diperoleh berdasarkan kepada jawapan yang telah diberikan oleh pengguna. Namun, terdapat beberapa kekangan iaitu bagi anak khunsa, anak luar nikah dan sebagainya tidak dirangkumi dalam pembangunan sistem cerdas faraid ini.

PERBANDINGAN PRESTASI CENGERANG-CENGERANG PAKAR BAGI SISTEM PENGETAHUAN BERASASKAN FARAIID

Kertas ini turut membuat perbandingan terhadap kesemua cengkerang pakar yang telah digunakan untuk membangunkan perwakilan pengetahuan faraid dengan merujuk aspek prestasi, ciri-ciri kemudahan dan lain-lain. Sila rujuk Jadual 1. PROLOG'86 merupakan perisian berlandaskan MS-DOS yang dicipta khusus oleh *Solution System Inc* untuk kegunaan pelajar-pelajar universiti. PROLOG'86 mempunyai kemudahan-kemudahan asas seperti boleh mentadbir pengetahuan secara pelbagai teknik perwakilan dan alat gelintar mendalam dan melebar (Weeks & Berghel 1986). FRAMELOG pula merupakan cengkerang pakar berlandaskan UNIX yang menjurus kepada bidang reka bentuk kejuruteraan dan mempunyai kelebihan dalam mengendalikan masalah ketidakpastian dengan bantuan pentadbiran secara grafik. FRAMELOG yang telah direka cipta oleh Zahran bin Halim dan kumpulan penyelidikannya dari Universiti Sains Malaysia sekitar 1987 iaitu selepas kemunculan PROLOG'86, juga berkebolehan menggabungkan fail-fail lain dan melakukan operasi aritmetik yang mencabar.

Segandingan dengan FRAMELOG, ES/KERNEL/W adalah satu cengkerang pakar yang telah lama digunakan oleh syarikat Hitachi dan Fujitsu untuk mengatasi permasalahan seperti penjadualan dan perancangan (Nii 1993). ES/KERNEL/W sentiasa dipertingkatkan prestasinya dengan menambahbaikkan pakej gabungannya iaitu logik kabur dan rangkaian neural. ES/KERNEL/W



menggunakan teknik alkhwarizmi RETE (Ingargiola 1996) yang menggunakan kaedah gelintar graf punca terarah secara tak berkitar (*rooted acyclic directed graph*). Teknik ini mampu meningkatkan prestasi gelintar petua-petua pentabiran secara rantaian hadapan tetapi memerlukan ruang ingatan yang besar (Ingargiola 1996).

Manakala FLEX/WINPROLOG menawarkan pelbagai kemudahan lain seperti menggabungkan dengan fail, pangkalan data, multimedia, serta mengandungi pakej sampingan iaitu logik kabur, perlombongan data, agen cerdas, dan pelayan cerdas. Hampir semua kemudahan yang dimiliki oleh PROLOG'86, FRAMELOG dan ES/KERNEL/W, terangkum dalam cengkerang pakar FLEX/WINPROLOG. Kelebihan lain FLEX/WINPROLOG adalah pemilihan teknik-teknik gelintar seperti Gelintar Terbaik, Mendalam Dahulu dan Melebar Dahulu. Selain itu, FLEX/WINPROLOG boleh diprogramkan secara dalam talian. Ia bermakna FLEX/WINPROLOG adalah cengkerang paling sesuai dan mengikut peredaran zaman untuk mewakili pengetahuan faraid.

Ketika kertas ini ditulis, kajian lanjut tentang perwakilan faraid menggunakan kaedah kerangka masih lagi dijalankan. Pada peringkat ini, penyediaan enjin pentadbirannya melibatkan mantik predikat peringkat yang lebih tinggi lagi seperti mantik predikat peringkat kedua (Rowe 1988). Kaedah kerangka ini sebenarnya dapat menceritakan tentang konsep di dalam satu domain masalah yang dipertimbangkan seperti konsep *Golongan Ahli Waris, Simati, dan Harta*. Juga memberi keterangan tentang konsep secara individu serta hubungan di antara konsep. Kriteria untuk membuat keputusan juga boleh dilaksanakan (seperti **JIKA-MAKA**).

Konsep *Golongan Ahli Waris, Simati, dan Harta* dalam faraid boleh diterapkan menggunakan teknik perwakilan pengetahuan agen cerdas. Kemudahan agen cerdas ini boleh diperoleh dari cengkerang pakar WINPROLOG (Jadual 1) dan yang paling terkini ialah JavaLog. JavaLog adalah gabungan Java dan PROLOG dan alat ini menggunakan pendekatan teknologi kerangka berorientasikan objek (Amandi et al. 2005). Selain itu, MoviLog iaitu penambahbaikan JavaLog telah menerapkan konsep kemudahan agen mudah alih menerusi pelayan web yang dipanggil *Brainlets* (Amandi et al. 2005). Jika data-data dan pengetahuan berasaskan faraid terdapat berselerakan dalam satu rangkaian, maka penggunaan agen yang berorientasikan pelayan adalah amat sesuai. Sebagai contoh, *Skin-Expert* yang telah diperkenalkan oleh Hiraishi dan Mizoguchi (2004) telah menggunakan teknik Pengaturcaraan Logik Induksi atau dikenali *Inductive Learning Program* (ILP) serta digabungkan dengan teknologi komputeran GRID, pelayan e-mel, pelayan web Java dan pesanan ringkas untuk mengendalikan layanan pelanggan.

JADUAL 1. Perbandingan cengkerang-cengkerang pakar yang digunakan dalam pembangunan perwakilan pengetahuan faraid

Jenis Cengkerang Pakar		PROLOG'86	FRAMELOG	ES/ KERNEL/W	FLEX/ WINPROLOG
Teknik Gelintar	Mendalam Dahulu	√	√	*	√
	Melebar Dahulu	√	√	*	√
	Terbaik RE TE	*	*	√	√
Perwakilan Pengetahuan	Berdasarkan Kes			√ Penjadualan	√
	Grafik		√		√
	Petua Pengeluaran	√	√	√	√
	Kerangka Pokok	√	√	√	√
	Keputusan Rangkaian	√			√
	Semantik	√			√
	Graf Gagasan	√			√
	Skrip	√			√
Gabungan	Kemudahan Lain-lain	*	Alat Rekabentuk, Pengurusan Ketidakpastian	Logik Kabur, Rangkaian Neural	Logik Kabur, Perlombongan Data, Pelayan Cerdas, Ajen Cerdas
	Multimedia Fail Pangkalan Data	√	√	√	√
Pelantar Aplikasi	Sendiri Atas Talian	MS-DOS √	UNIX √	UNIX, Macintosh √	WINDOWS √
Perwarisan Penjejakan Operator Arimetik Editor Antaramuka Pembangun		√	*	√	√
		√	*	√	√
			√	√	√
			√	√	√
		Solutions System Inc.	Kumpulan Penyelidikan USM (Zahran <i>et al.</i> 1987)	Hitachi, Japan	LPA, UK

Petunjuk: * tidak diketahui √ memiliki



KESIMPULAN

Kesimpulan yang boleh dibuat dari sudut perwakilan pengetahuan faraid bahawa menggunakan gabungan kaedah sistem pengeluaran, kerangka, dan perwakilan mantik adalah sangat mudah. Berdasarkan kepada bentuk petua-petua pengeluaran yang telah diwakilkan dalam bahagian '*Pendekatan Sistem Pengeluaran*', petua-petua ini boleh digunakan untuk diuji dan disahkan oleh enjin pentadbiran. Dengan perkataan lain, petua-petua ini amat mudah dibaca tanpa sebarang bantuan penerangan. Jelas bahawa pengetahuan faraid tidak perlu digambarkan secara grafik. Melalui petua-petua yang diperolehi ini, nilai lalain boleh juga dihasilkan. Nilai lalain akan digunakan sebagai satu sampel untuk menggambarkan suatu penyelesaian masalah faraid.

Petua-petua juga boleh digabungkan dengan menggunakan teknik matematik seperti faktor ketidakpastian dan teknik *Bayes*. Teknik-teknik perwakilan ini boleh mengelaskan jawapan-jawapan mengikut pemberat atau keutamaan. Oleh itu pengguna akan diberi beberapa pilihan jawapan mengikut keutamaannya. Walau bagaimanapun kelemahan teori matematik ini ialah ia mahal kerana pakar dikehendaki meletakkan nilai mengikut pengalaman mereka. Selain itu, teknik perwakilan lain juga boleh diterokai seperti agen cerdas yang membolehkan data-data dan pengetahuan faraid berada secara berselerakan dalam satu rangkaian berkongsi dan membentuk petua-petua baru. Agen cerdas ini menjadi semakin popular kerana ia dapat berinteraksi dengan pengguna dengan lebih bersifat tabii.

Dari aspek penggunaan cengkerang pakar pula, selain dari PROLOG'86, FRAMELOG, ES/KERNEL/W dan FLEX/WINPROLOG, penyelidik boleh menggunakan JavaLog, MoviLog dan komputeran GRID untuk meningkatkan prestasi capaian pengetahuan.

RUJUKAN

- Abdul Rashid Abdul Latiff. 1987. *Hukum pusaka dalam Islam: satu kajian perbandingan*. Shah Alam: Hizbi.
- Abdul Rashid Abdul Latif. 1988. Konsep keadilan dalam pusaka Islam (faraid). Dlm. Mohd. Ridzuan Awang (pnyt.). *Undang-undang dan pentadbiran harta pusaka orang Islam di Malaysia*, hlm. 29-51. Kuala Lumpur: Al-Rahmaniah.
- Abdul Razak Hamdan. 1988. Penyelesaian faraid berkomputer. *Pasca-Sidang Siri Seminar Sains Komputer II: Inovasi Komputer di Malaysia*, 6-7 April. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, 16-1 – 16-15.
- Abdul Razak bin Hamdan dan Khairuddin bin Omar. 1991a. Sistem faraid berkomputer. Dlm. Abdul Razak Hamdan dan Mohamad Yusof (pnyt.). *Buku 20 tahun UKM: komputer dan persekitaran, teknik dan implementasi*. Bangi: Jabatan Sains Komputer, FTSM, UKM.
- Abdul Razak bin Hamdan dan Khairuddin bin Omar. 1991b. Sistem pakar faraid. *Sains Malaysiana* 20(4).



- Al-Haj Mahomed Ullah ibn S. Jung. 1934. *The Muslim law of inheritance*. Lahore: Law Publishing Company.
- Amandi, A., Campo, M. & Zunino, A. 2005. JavaLog: a framework-based integration of Java and Prolog for agent-oriented programming. *Computer Languages, Systems & Structures* 31: 17–33.
- Bratko, I. 2001. *PROLOG programming for artificial intelligence*. Ed. ke-3. London: Addison-Wesley.
- Chong Chin-Nyak dan Lee Sau-Lan. 1987. An experimental expert system for generating courseware. *Proceedings of the Expert Systems Development in the ASEAN Region*, 10 Disember. Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- Chong Men Soon dan Zahran bin Halim. 1989. An enhanced environment for framelog. *Proceedings of the First National Computer Science Conference*, 24-25 Januari. Universiti Malaya, Kuala Lumpur, 19-28.
- Durkin, J. 1994. *Expert systems: design and development*. New Jersey: Prentice Hall.
- Eddy, B. & Cawsey, A. 2002. Balancing conciseness, readability and salience in generated text. *Proceedings of 13th International Workshop on Database and Expert Systems Applications*, 2-6 September. Aix-en-Provence, Perancis, 233-237.
- Garavaglia, S. 1987. *Prolog: programming techniques and applications*. New York: Harper & Row.
- Haji Abdul Ghani bin Haji Yahya. 1952. *Cahaya mustika: kaedah membahagi pusaka*. Edisi Jawi. Johor Bahru: Al-Ahmadiyah Press.
- Hiraishi, H. & Mizoguchi, F. 2004. A cellular telephone-based application for skin-grading to support cosmetic sales. *Artificial Intelligence Magazine* 25(3): 17-26.
- Ingargiola, G. 1996. CIS587: the RETE algorithm. *Department of Computer and Information Sciences Lecture Notes*. (dalam talian). <http://www.cis.temple.edu/~ingargio/cis587/readings/rete.html#2> (27 Mei 2004).
- Khairuddin bin Omar. 1988. Konsep kepintaran buatan dalam perundangan Islam: kajian kasus faraid. Tesis Sarjana. Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Krishna Rao, M. R. K. 2000. Some classes of prolog programs inferable from positive data. *Journal of Theoretical Computer Science* 241(1-2): 211-234.
- Lim Ka Seong, Zaidah binti Razak dan Zahran bin Halim. 1989. Classification of financial statement entries using frame. *Proceedings of the First National Computer Science Conference*, 24-25 Januari. Universiti Malaya, Kuala Lumpur, 29-38.
- Luger, F. G. dan Stubblefield, W. A. 2002. *Artificial intelligence, structures and strategies for complex problem solving*. Ed. ke-4. London: Addison-Wesley.
- LPA. 2002. Win-Prolog 4.2 Notes. *LPA: Language Programming Associates Ltd*. (dalam talian). <http://www.lpa.co.uk/win.htm>. (26/11/2002).
- Malpas, J. 1987. *Prolog: a relational language and its applications*. New Jersey: Prentice Hall.
- Minsky, M. 1975. A framework for representing knowledge. Dlm. Winsto, P. H. (pnyt.). *The psychology of computer vision*. New York: MacGraw-Hill.
- Mohammad Sham bin Manaf. 1992. Sistem pakar faraid menggunakan cengkerang sistem pakar Hitachi: kes khas. Disertasi Tahun Akhir. Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.



- Mohd Akhir bin Taib. 1988. Hisab faraid dan kalkulator. Dlm. Mohd. Ridzuan Awang (pnyt.). *Undang-undang dan pentadbiran harta pusaka orang Islam di Malaysia*, hlm. 169-187. Kuala Lumpur: Al-Rahmaniah.
- Mohd Ridzuan bin Awang. 1988. Undang-undang mengenai pentadbiran dan pengurusan harta orang Islam di Malaysia: suatu pengenalan. Dlm. Mohd. Ridzuan Awang (pnyt.). *Undang-undang dan pentadbiran harta pusaka orang Islam di Malaysia*, hlm. 1-28. Kuala Lumpur: Al-Rahmaniah.
- Nasrun Bin Mohamad @ Ghazali. 2000. Sistem pakar faraid. Projek Sarjana. Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Negnevitsky, M. 2002. *Artificial intelligence: a guide to intelligent system*. London: Addison-Wesley.
- Nii, H. P. 1993. Profile of a tool vendor: Hitachi. *World Technology Evaluation Center*. (dalam talian). http://www.wtec.org/loyola/kb/c3_s4.htm (28 April 2004).
- Nuha binti Musa. 1988. Perundangan dengan menggunakan Prolog. Laporan Projek Kepujian. Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Omar bin Haji Yusof. 1962. *Pendahuluan faraid, juzuk kedua*. Edisi Jawi. Singapura: Al-Ahtidiah Press.
- Rowe, N. C. 1988. *Artificial intelligence through Prolog*. New Jersey: Prentice Hall.
- Russell, S. dan Norvig, P. 2003. *Artificial intelligence: a modern approach*. Ed. ke-2. New Jersey: Prentice Hall.
- Sowa, J. F. 2000. *Knowledge representation: logical, philosophical and computational foundations*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Thomson Learning.
- Vranes, S. & Stanojevic, M. 1999. Design knowledge representation in Prolog/Rex. *Journal of Engineering Applications of Artificial Intelligence* 12: 221-228.
- Walker, A., McCord, M., Sowa J. F. & Wilson, W. G. 1987. *Knowledge systems and Prolog*. London: Addison-Wesley.
- Walters, J. & Nielsen, N. R. 1988. *Crafting knowledge-based system: expert systems made easy realistic*. New York: John Wiley & Sons.
- Waterman, D. A. 1986. *A guide to expert system*. Reading: Addison-Wesley.
- Weeks, J. dan Berghel, H. 1986. A comparative feature-analysis of microcomputer prolog implementations. *ACM SIGPLAN Notices* 21(2): 46-61.
- Zahran bin Halim. 1987. A knowledge engineering system of frames and logic. *Proceedings of the Expert Systems Development in the ASEAN Region*, 10 Disember. Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- Zahran bin Halim. 1989. *Logical foundations of framelog*. *Proceedings of the First National Computer Science Conference*, 24-25 Januari. Universiti Malaya, Kuala Lumpur, 42-49.
- Zurinah binti Mohd Yusof. 1983. Penyelesaian faraid secara komputer. Laporan Projek Kepujian. Fakulti Teknologi dan Sistem Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.



Khairuddin Bin Omar, Siti Norul Huda Binti Sheikh Abdullah &
Abdul Razak Bin Hamdan
Jabatan Sains dan Pengurusan Sistem
Fakulti Teknologi dan Sistem Maklumat
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi
Selangor Darul Ehsan
email: ko@ftsm.ukm.my

