

# INTEGRASI RANGKAIAN NEURAL DAN LOGIK KABUR DALAM SISTEM PAKAR

Wan Hussain Wan Ishak

Fakulti Teknologi Maklumat  
Universiti Utara Malaysia, 06010 Sintok, Kedah  
Tel.: 04-9284786 Fax: 04-9284753 Email: hussain@uum.edu.my

*Abstrak : Sistem pakar merupakan di antara sistem pintar terawal yang giat dibangunkan terutama dalam tahun 1970an. Walau bagaimanapun, keupayaan sistem pakar agak terbatas disebabkan oleh kewujudan masalah kekaburan dan ketakpastian dalam maklumat. Selain itu, sesetengah bidang masalah agak besar. Keadaan ini menyukarkan jurutera pengetahuan untuk mewakili kesemua pengetahuan pakar dalam pangkalan pengetahuan. Jesteru itu, kertas kerja ini mencadangkan integrasi rangkaian neural dan logik kabur dalam pembangunan sistem pakar. Rangkaian neural merupakan satu teknologi yang meniru fungsi otak manusia terutama dalam pembelajaran objek baru. Manakala logik kabur pula mampu menangani masalah kekaburan dan ketakpastian maklumat. Integrasi rangkaian neural dan logik kabur ini digambarkan dalam rangka model integrasi Fuzzy-Neural-Expert.*

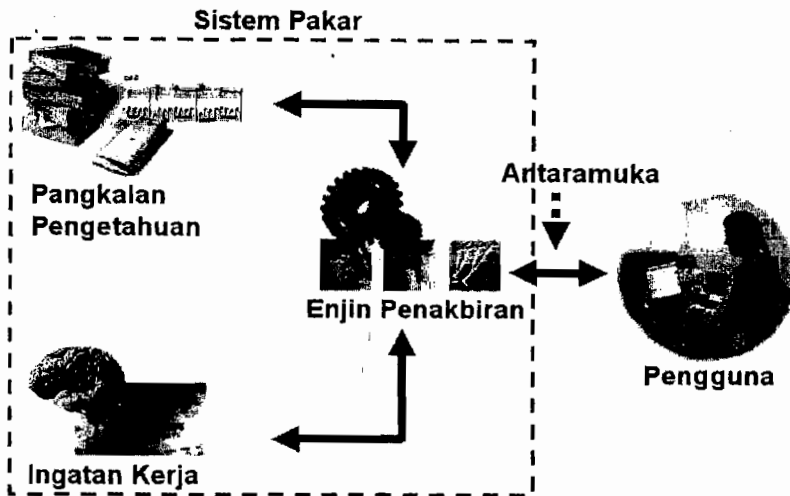
**Kata kunci:** Sistem Pakar, Sistem Fuzzy-Neural-Expert, Pendekatan Hibrid

## 1.0 PENGENALAN

Sistem Pakar (SP) merupakan program komputer yang direka untuk mewakili kebolehan penyelesaian masalah seseorang pakar (Durkin, 1994). SP dibangunkan berasaskan kepada pengetahuan yang diperolehi daripada pakar bidang. Pakar bidang merupakan seorang yang mempunyai pengetahuan mendalam dalam bidang tersebut dan mampu menyelesaikan masalah lebih baik daripada orang lain. Matlamat SP ialah menghasilkan sebuah program komputer yang mampu menjalankan tugas seperti mana pakar bidang tersebut. Apabila sesebuah SP dibangunkan ia akan bekerja sepertimana pakar itu bekerja iaitu membantu pelanggannya atau pengguna dan menyelesaikan masalah yang mereka hadapi. Pembangunan SP bukan bertujuan untuk "menghapuskan" peranan pakar, sebaliknya ia akan membantu mengurangkan beban tugas pakar dengan mengambil alih tugas rutin mereka. Ia juga dapat membantu pengguna melaksanakan tugas dengan lebih cekap dan berkesan serta berkemampuan untuk berinteraksi secara interaktif dengan dunia luar, memanipulasi ontology pengetahuan, menerima dan bekerja mengikut reaksi masalah sebenar (Zainab *et al.*, 2003).

## 2.0 PENGGUNAAN SISTEM PAKAR DALAM PENYELESAIAN MASALAH

SP terdiri daripada empat komponen utama iaitu pangkalan pengetahuan, ingatan kerja, enjin penakbiran, dan antaramuka pengguna (Rajah 1). Pangkalan pengetahuan mengandungi semua maklumat atau pengetahuan yang diperlukan untuk menyelesaikan sesuatu masalah. Ingatan kerja mempunyai fungsi ingatan jangka pendek pada manusia. Ia menyimpan semua fakta yang diperolehi sewaktu perlaksanaan SP. Enjin penakbiran pula merupakan pemproses yang berperanan untuk memadankan fakta dari ingatan kerja dengan pengetahuan dari pangkalan pengetahuan bagi menghasilkan sesuatu keputusan. Manakala, antaramuka pengguna pula merupakan perantara di antara SP dan pengguna.



Rajah 1: Senibina Sistem Pakar

**Perwakilan Pengetahuan**

Umumnya terdapat tiga pendekatan perwakilan pengetahuan iaitu perwakilan berasaskan objek, logik dan petua. Kaedah perwakilan yang paling biasa digunakan ialah kaedah perwakilan petua atau petua pengeluaran (*production rule*). Petua merupakan suatu struktur pengetahuan yang menghubungkan maklumat yang diketahui terhadap beberapa tindakan. Tindakan ini mungkin merupakan penemuan kepada maklumat baru atau pelaksanaan prosidur lain. Asasnya, sesuatu petua akan menghubungkan satu atau lebih premis (atau fakta atau peristiwa lepas) yang ditulis di bahagian IF, terhadap satu atau lebih kesimpulan (atau akibat) yang ditulis di bahagian THEN. Berikut merupakan contoh mudah bagi petua.

IF     ada duit  
 THEN  boleh beli barang

Petua boleh terdiri lebih daripada satu premis yang digabungkan menggunakan penghubung AND atau OR atau kombinasi keduanya. Bahagian kesimpulan juga boleh terdiri daripada satu pernyataan atau kombinasi pernyataan yang dihubungkan dengan penghubung AND. Selain itu, petua juga boleh terdiri daripada pernyataan ELSE yang akan disimpulkan benar apabila satu atau lebih premis adalah palsu. Berikut merupakan struktur petua yang terdiri daripada beberapa premis dan kesimpulan.

IF     ada duit  
 AND   lapar  
 OR     dahaga  
 THEN  beli makanan  
 ELSE   tidak perlu beli makanan

**Proses Perlaksanaan**

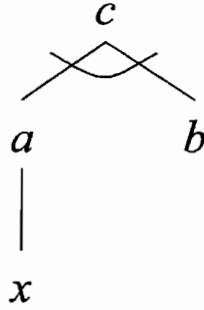
Apabila SP dilaksanakan, ia akan menyemak premis di bahagian IF dengan maklumat yang terkandung dalam ingatan kerja. Sekiranya padan, semakkan akan diteruskan dengan premis lain sehingga semua atau sebahagian premis di bahagian IF disahkan benar. Sekiranya tiada maklumat dalam ingatan kerja yang padan dengan premis tersebut, enjin penakbiran akan menyemak samada premis terdapat merupakan suatu kesimpulan kepada suatu petua yang lain. Jika benar, premis bagi petua tersebut akan disemak kebenarannya sebelum kesimpulan atau premis tadi boleh dianggap benar. Sekiranya, premis tersebut merupakan premis primitif, maka soalan akan ditanya kepada pengguna bagi mendapatkan jawapan. Sekiranya semua jawapan adalah benar, maka kesimpulan di bahagian THEN akan diputuskan.

Rajah 2(a) menunjukkan contoh petua. Premis *a* dalam petua pertama merupakan suatu kesimpulan kepada petua yang kedua. Oleh itu kebenaran bagi premis *a* adalah bergantung kepada kebenaran petua yang kedua. Premis *b* dan *x* pula merupakan premis primitif. Kebenaran bagi premis ini adalah bergantung kepada jawapan atau maklum balas daripada pengguna. Kaitan di antara petua di (a) ditunjukkan melalui graf AND/OR (Rajah 2(b)).

IF  $a$  AND  $b$  THEN  $c$

IF  $x$  THEN  $a$

(a) Petua



(b) Graf AND/OR

Rajah 2: Petua dan graf AND/OR

**Kelebihan dan Limitasi**

Penggunaan pendekatan petua dalam SP memberi bebera kelebihan terhadap SP di antaranya ialah (Durkin, 1994):

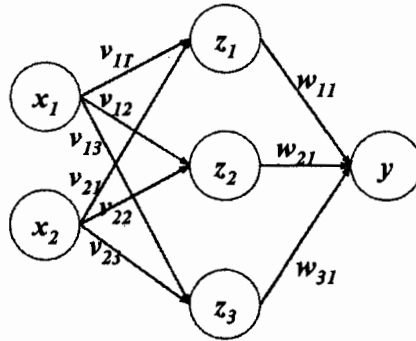
- Pendekatan petua mirip kepada kaedah penyelesaian yang lazimnya dilakukan oleh manusia.
- Pengasingan kawalan daripada pengetahuan dimana kawalan lazimnya dilakukan oleh enjin penakbiran manakala pengetahuan pula disimpan dan diuruskan dalam pangkalan pengetahuan.
- Pengetahuan bagi SP mudah dikemaskini dan ditambah.
- Peningkatan keupayaan atau "kepintaran" SP menyelesaikan masalah melalui penambahan pengetahuan.
- Penggunaan petua yang berkenaan sahaja iaitu yang terlibat atau berkaitan dengan bidang masalah sahaja.
- Penerangan terhadap soalan serta kesimpulan yang dihasilkan.
- Memudahkan penyemakan petua dan mengelak pertindihan fakta dan kesimpulan seperti dua petua mempunyai yang premis yang sama menghasilkan kesimpulan yang berbeza.
- Penggunaan pengetahuan heuristik.
- Penggunaan pengetahuan yang kabur melalui integrasi dengan pendekatan lain seperti Bayesian dan logik kabur.
- Membolehkan penggunaan pembolehubah.

Limitasi pendekatan petua ialah:

- Memerlukan padanan yang tepat.
- Terdiri daripada hubungan petua yang kurang jelas dimana satu petua mungkin berkait dengan beberapa petua yang lain.
- Apabila melibatkan bilangan petua yang banyak, pelaksanaan SP mungkin menjadi agak lambat.

**3.0 RANGKAIAN NEURAL**

Rangkaian neural buatan dibangunkan berasaskan kepada fungsi neuron biologi manusia. Ia terdiri daripada elemen pemprosesan yang dihubungkan oleh pemberat. Seperti mana rangkaian neural biologi, rangkaian neural buatan akan mempelajari isyarat yang dihantar kepadanya. Sewaktu pembelajaran berlaku, ralat akan direkodkan dan nilai pemberat akan dikemaskini dan disesuaikan dengan isyarat yang diterimanya. Pembelajaran akan berterusan sehingga rangkaian berjaya mempelajari isyarat tersebut iaitu menghasilkan ralat yang paling minimum.



Rajah 3: Rangkaian bagi masalah AND

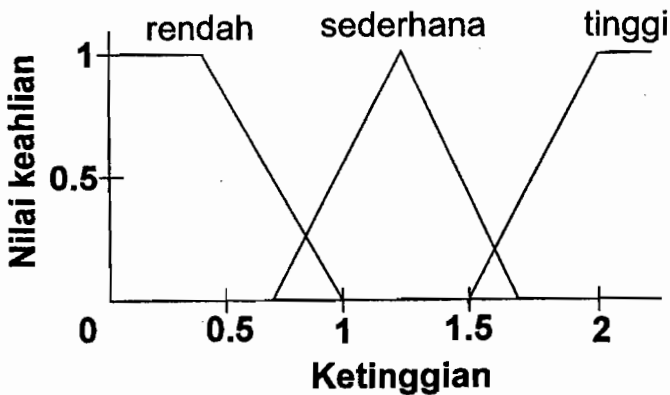
Rajah 3 merupakan contoh rangkaian neural bagi masalah logik AND. Rangkaian ini terdiri daripada dua nod input, tiga nod tersembunyi, dan satu nod output. Nod input mewakili input yang akan dimasukkan ke dalam rangkaian iaitu  $x_1$  dan  $x_2$ . Nod tersembunyi terletak di lapisan dalam merupakan nod dalam yang akan menerima jumlah isyarat input berpemberat misalnya isyarat yang diterima oleh  $z_1$  ialah,  $z_1 = f(x_1v_{11} + x_2v_{21})$ . Dimana  $f()$  merupakan fungsi aktivasi. Isyarat ini kemudiannya akan disebarkan kepada nod output iaitu  $y$  iaitu,  $y = f(z_1w_{11} + z_2w_{21} + z_3w_{31})$ .  $y$  kemudiannya akan dibandingkan dengan nilai sebenar iaitu  $t$  bagi mendapatkan ralat. Contohnya, jika isyarat  $x_1 = 1$  dan  $x_2 = 1$ , maka  $t = 1$ . Jika nilai  $y$  ialah 0.96, maka perbezaan di antara  $y$  dengan  $t$  ialah 0.04. Ini menunjukkan rangkaian neural telah berjaya mempelajari isyarat tersebut dengan kadar pencapaian 96%. Perwakilan lengkap bagi AND ditunjukkan dalam Jadual 1.

Jadual 1: Perwakilan AND

$x_1$	$x_2$	$t$
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

4.0 LOGIK KABUR

Logik kabur merupakan pendekatan yang berasaskan kepada darjah keahlian dalam sesuatu set penyelesaian. Ia tidak bergantung sepenuhnya kepada nilai betul atau palsu. Masalah berat misalnya, boleh diselesaikan menggunakan pembolehubah linguistik KETINGGIAN dan nilai yang mungkin baginya ialah rendah, sederhana, dan tinggi. Rendah, sederhana, dan tinggi mewakili suatu set nilai dan bukan satu nilai tetap. Contohnya, rendah adalah ketinggian yang kurang daripada 1 meter atau  $[0,1]$ , manakala sederhana adalah di antara 0.7 meter hingga 1.7 meter atau  $[0.7,1.7]$ , dan tinggi adalah ketinggian di antara 1.5 meter dan 2 meter atau  $[1.5,2]$ . Pengukuran seperti ini lazim digunakan oleh manusia dalam membuat keputusan. Ini kerana ketinggian seseorang merupakan sesuatu yang kabur. Perwakilan ini digambarkan melalui Rajah 4.



Rajah 4: Set kabur dan ketinggian

### 5.0 INTEGRASI PENDEKATAN

Sistem pakar, rangkaian neural, dan logik kabur masing-masing mempunyai kelebihan dan kelemahan tersendiri. SP misalnya, tidak dapat menangani masalah ketakpastian dengan baik. Ini kerana, SP hanya menerima fakta yang tepat atau pernyataan betul atau salah. Pernyataan seperti "mungkin benar", "barangkali", dan "hampir tepat" tidak dapat ditangani oleh SP. Walau bagaimanapun, SP agak fleksibel dan membenarkan integrasi dengan pendekatan lain seperti pendekatan Bayesian dan logik kabur. Logik kabur merupakan pendekatan yang paling ideal kerana ia menggunakan pembolehubah linguistik yang memegang nilai seperti "rendah", "sederhana", dan "tinggi". Pembolehubah ini boleh diintegrasikan dalam petua pengeluaran tanpa mengubah struktur asal petua.

Selain itu, bilangan petua yang banyak juga menjejaskan prestasi SP. Ini kerana masa yang agak lama diperlukan untuk menjelajah petua sebelum sesuatu penyelesaian dapat dicapai. Walau bagaimanapun, SP mempunyai kelebihan dari aspek kemudahan penerangan berbanding pendekatan yang lain. Sistem Pakar mempunyai kawalan dalaman yang boleh mengendalikan persoalan seperti "kenapa" dan "bagaimana" sesuatu keputusan dicapai.

Rangkaian neural pula mempunyai kelebihan dalam menangani data yang banyak. Malah, pembelajaran dalam rangkaian neural lebih berkesan jika banyak data digunakan dalam pembelajaran. Jika diteliti, sebaris data dalam rangkaian neural boleh diwakilkan sebagai satu peraturan. Contohnya masalah AND (Jadual 1) boleh wakilkan seperti berikut:

1,1,1  
1,0,0  
0,1,0  
0,0,0

dimana dua elemen pertama merupakan input ( $x$ ) dan elemen ketiga merupakan target ( $t$ ) untuk pembelajaran.

Masalah AND juga boleh diwakilkan menggunakan SP seperti berikut:

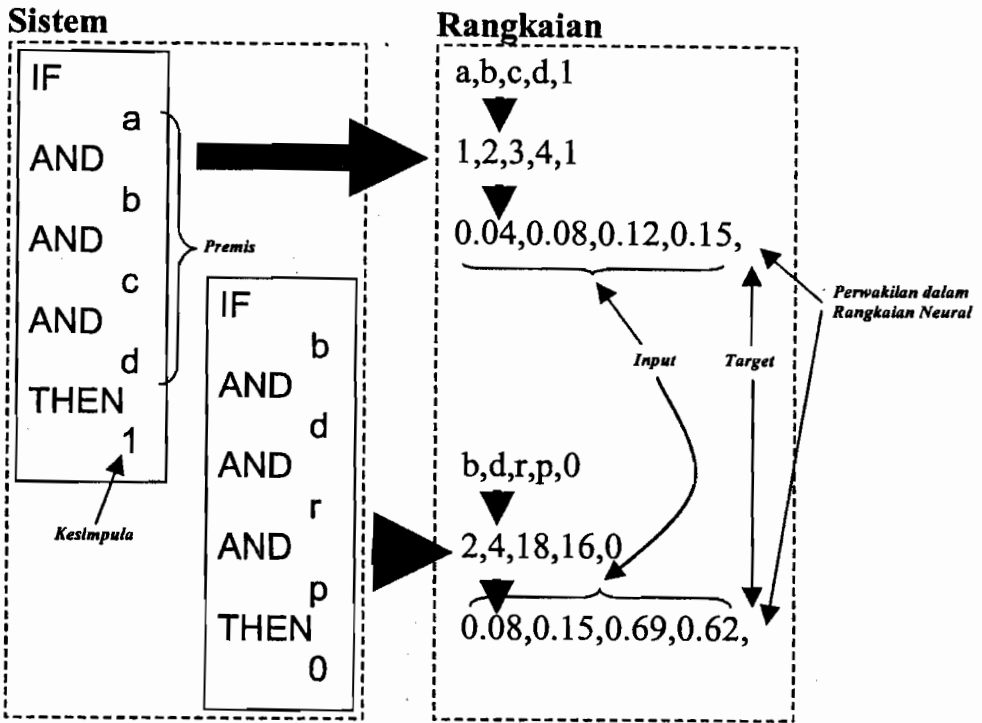
IF 1 AND 1 THEN 1  
IF 1 AND 0 THEN 0  
IF 0 AND 1 THEN 0  
IF 0 AND 0 THEN 0

dimana target dijadikan kesimpulan kepada peraturan.

Dari aspek perlaksanaan, rangkaian neural dan SP akan menerima input  $x_1$  dan  $x_2$  dan menghasilkan kesimpulan. Berdasarkan input yang diterima, SP akan menghasilkan jawapan samada 0 atau 1, sebaliknya rangkaian neural akan menghasilkan jawapan di antara 0 hingga 1, misalnya 0.96 bagi set data yang mempunyai target 1. Nilai 0.96 juga menggambarkan tahap kepastian bagi input yang diterima terhadap targetnya iaitu 96%. Lazimnya, 0.96 dianggap betul kerana nilai tersebut adalah hampir kepada 1. Dalam kes ini, logik kabur boleh digunakan untuk meningkatkan tafsiran output misalnya:

Palsu	di antara nilai	[0,0.4]
Tidak pasti	di antara nilai	[0.3,0.6]
Benar	di antara nilai	[0.5,1]

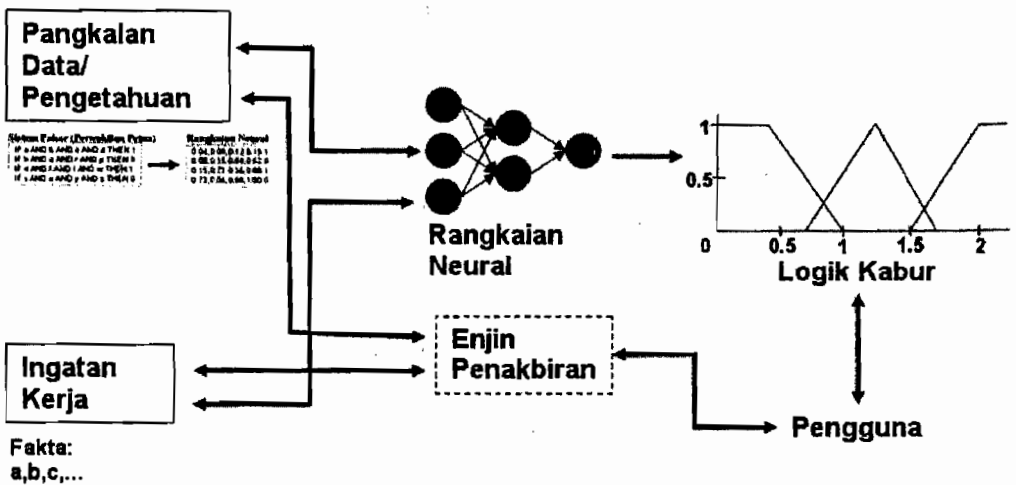
Jadual 5 menunjukkan satu lagi contoh perwakilan pengetahuan dalam SP dan rangkaian neural.



Rajah 5: Sistem Pakar dan Rangkaian Neural

**6.0 MODEL**

Rajah 6 menunjukkan senibina sistem iaitu gabungan di antara sistem pakar, rangkaian neural, dan logik kabur. Pangkalan data menyimpan maklumat atau pengetahuan mengenai bidang. Pengetahuan bukan sahaja disimpan dalam bentuk petua, tetapi juga dalam bentuk data yang sesuai digunakan oleh rangkaian neural. Ingatan kerja pula menyimpan data atau fakta semasa. Fakta ini akan digunakan oleh rangkaian neural dan enjin penakbiran untuk menjana penyelesaian melalui padanan dengan pengetahuan dalam pangkalan pengetahuan. Logik kabur pula akan menterjemah output ke dalam bentuk yang mudah difahami oleh pengguna. Pada masa yang sama, pengguna boleh menanyakan soalan melalui enjin penakbiran.



Rajah 6: Model Integrasi

**7.0 PERBINCANGAN**

Perkembangan penyelidikan dalam bidang kepintaran buatan merupakan suatu usaha untuk meningkatkan keupayaan sistem dan menambah lebih banyak ciri kepintaran dalam sistem pintar. Menurut Reddy (1996), menghasilkan model dan mekanisme tingkahlaku pintar merupakan salah satu

cabaran utama penyelidikan dalam kepintaran buatan. Menurut beliau sesuatu sistem dikatakan pintar jika ia mempunyai ciri:

- Mempamerkan kelakuan penyesuaian terhadap sesuatu matlamat
- Belajar dari pengalaman
- Menggunakan pengetahuan yang banyak
- Mempamerkan kesedaran sendiri
- Berinteraksi dengan manusia menggunakan bahasa dan percakapan
- Menerima ralat dan kekaburan dalam komunikasi
- Memberi maklum balas dalam masa nyata

Penggabungan sesuatu pendekatan kepintaran buatan dengan pendekatan lain atau dengan pendekatan kepintaran buatan yang lain merupakan suatu contoh usaha yang dijalankan bagi meningkatkan keupayaan sistem pintar. Menurut Grosz (1996), penggabungan pendekatan kepintaran buatan dengan cabang ilmu yang lain amat penting bagi meningkatkan keupayaan dan kebergunaan sistem yang dihasilkan. Model integrasi yang ditunjukkan di Rajah 6 merupakan satu contoh mudah integrasi di antara beberapa pendekatan kepintaran buatan iaitu rangkaian neural, logic kabur, dan sistem pakar. Terdapat pelbagai lagi model integrasi atau penggabungan yang lain seperti Knowledge-Based Artificial Neural Networks (Towell dan Shavlik, 1994), Neural-Fuzzy (Fuller, 1995; Nauck, 1997; Jantzen, 1998), and Fuzzy-Neural Network (Rosmiwati dan Mohd Yusoff, 2002).

## 8.0 KESIMPULAN

Integrasi beberapa pendekatan merupakan suatu kaedah yang menjadi tumpuan penyelidikan. Ini kerana melalui penggabungan ini, kelemahan sesuatu pendekatan dapat ditangani oleh pendekatan yang lain. Melalui kaedah ini, prestasi sistem pintar dapat dipertingkatkan dan dapat disesuaikan dengan kehendak serta keperluan pengguna sistem.

## RUJUKAN

1. Durkin, J. (1994). *Expert Systems Design and Development*. Prentice Hall: New Jersey.
2. Fuller, R. (1995). *Neural Fuzzy System*. Abo Akademi University.
3. Grosz, B. J. (1996). The Importance of Integration for AI. *ACM Computing Surveys* 28(4). ACM.
4. Jantzen, J. (1998). Neurofuzzy Modelling. *Technical Report no. 98-H-874.*, Technical University of Denmark.
5. Nauck, D. (1997). Neuro-Fuzzy Systems: Review and Prospects. *Proc. Fifth European Congress on Intelligent Techniques and Soft. Computing, Aachen, Sep. 8-11*, ms. 1044-1053.
6. Reddy, R. (1996). The Challenge of Artificial Intelligence. *Computer* 29(10), ms: 86-98.
7. Rosmiwati Mohd Mokhtar dan Mohd Yusoff Mashor (2002). An Approach by Fuzzy-Neural Network for Nonlinear System Identification. *Proc. of the Int. Conf. On Artificial Intelligence in Eng. & Tech.*, ms. 249-254.
8. Towell, G. G. dan Shavlik, J.W. (1994). Knowledge-Based Artificial Neural Networks, *Artificial Intelligence* 70(1-2), ms. 119-165.
9. Zainab Abu Bakar, Rose Hafsah Abd Rauf, Hani Fuziah Abdul Rahma, Fazilah Ismail, Azlinah Mohamed, Marina Ismail, Kamarularifin Abd Jalil, dan Azlan Ismail. (2003). *IT Kini*. Mc Graw Hill Edu.: Malaysia.