
SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DENGAN FUZZY ASSOCIATIVE MEMORY UNTUK MENENTUKAN MATAKULIAH PILIHAN

Oleh :

Sukma Puspitorini, ST

STMIK Nurdin Hamzah Jambi

e-mail: sukm4pit@yahoo.com

ABSTRAKSI

Sistem Pendukung Keputusan berbasis komputer (Computer Based Decision Support system), adalah suatu sistem berbasis komputer yang dirancang untuk meningkatkan efektivitas pengambil keputusan dalam memecahkan masalah. Dalam logika fuzzy, salah satu metode yang dapat digunakan dalam menentukan pengambilan keputusan adalah Fuzzy Associative Memory. Sekumpulan matriks FAM akan digunakan untuk menentukan derajat keanggotaan outputnya. Dalam penelitian ini, matriks FAM yang diperoleh akan digunakan untuk menentukan derajat keanggotaan dari nilai mahasiswa terhadap masing-masing matakuliah pilihan. Dengan menggunakan defuzzy winner take all, nilai derajat keanggotaan output matakuliah pilihan terbesar akan menjadi solusi matakuliah pilihan mana yang akan dipilih.

Aplikasi sistem pendukung keputusan ini akan memberikan saran sebagai bahan pertimbangan bagi mahasiswa dalam melakukan pemilihan terhadap mata kuliah pilihan yang akan diambil, akan tetapi keputusan akhir pengambilan mata kuliah pilihan tetap mahasiswa sendiri yang menentukan.

Kata kunci: *Computer Based Decision Support Syste, Fuzzy Associative Memory*

1. PENDAHULUAN

Adalah tugas dosen sebagai pendidik untuk turut membantu mahasiswanya mencapai prestasi akademik yang baik termasuk membantu mahasiswa dalam menentukan konsentrasi matakuliah pilihan apa yang sesuai dengan minat, bakat, dan prestasi akademiknya. Tentu saja akan sangat melelahkan jika untuk menentukan alternatif konsentrasi matakuliah pilihan apa yang sesuai dengan prestasi akademik mahasiswa, harus dilakukan penelusuran nilai secara manual dari report kartu hasil studi matakuliah yang telah ditempuhnya. Karena itu dibutuhkan suatu sistem pendukung keputusan berbasis komputer yang dapat membantu pihak akademik untuk mencari solusi alternatif bagi mahasiswa dalam menentukan matakuliah pilihan.

Mempertimbangkan kondisi yang berlaku maka peneliti mencoba membuat Sistem Pendukung Keputusan dengan *Fuzzy Associative Memory* untuk pengambilan matakuliah pilihan. Sistem ini akan memberikan saran sebagai bahan pertimbangan bagi mahasiswa dalam melakukan pemilihan terhadap matakuliah pilihan yang akan diambil, akan tetapi keputusan akhir pengambilan matakuliah pilihan tetap mahasiswa sendiri yang menentukan.

Sekumpulan matriks FAM akan digunakan untuk menentukan bobot outputnya. Dalam penelitian ini, matriks FAM yang diperoleh akan digunakan untuk menentukan derajat keanggotaan dari nilai mahasiswa terhadap masing-masing matakuliah pilihan. Dengan menggunakan defuzzy winner take all, nilai derajat keanggotaan output matakuliah pilihan terbesar akan menjadi solusi matakuliah pilihan mana yang akan dipilih.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Pendukung Keputusan (*Decision Support System*)

Konsep Sistem Pendukung Keputusan (SPK)/ *Decision Support System* (DSS) pertama kali diungkapkan pada awal tahun 1970-an oleh Michael S. Scott Morton dengan istilah *Management Decision System*. Sistem tersebut adalah suatu sistem yang berbasis komputer yang ditujukan untuk membantu pengambil keputusan dalam memanfaatkan data dan model tertentu untuk memecahkan berbagai persoalan yang tidak terstruktur. Seperti diuraikan di atas, istilah SPK mengacu pada suatu sistem yang memanfaatkan dukungan komputer dalam proses pengambilan keputusan.

Definisi awal DSS menunjukkan DSS sebagai sebuah sistem yang dimaksudkan untuk mendukung para pengambil keputusan manajerial dalam situasi keputusan semi terstruktur. DSS dimaksudkan untuk menjadi alat bantu bagi para pengambil keputusan untuk memperluas kapabilitas mereka, namun tidak untuk menggantikan penilaian mereka[TUR05]. Little (1970) mendefinisikan DSS sebagai sekumpulan prosedur berbasis model untuk data pemrosesan dan penilaian guna membantu para manajer mengambil keputusan. Bonczek, dkk (1980) mendefinisikan DSS sebagai sistem berbasis komputer yang terdiri dari tiga komponen yang saling berinteraksi yaitu sistem bahasa (mekanisme untuk memberikan komunikasi antara pengguna dan komponen DSS lain), sistem pengetahuan (repositori pengetahuan domain masalah yang ada pada DSS baik sebagai data maupun prosedur), dan sistem pemrosesan masalah (hubungan antara dua komponen lainnya, terdiri dari satu atau lebih kapabilitas manipulasi masalah umum yang diperlukan untuk pengambil keputusan). [TUR05].

Secara luas, dapat dikatakan bahwa SPK dirancang untuk menghasilkan berbagai alternatif yang ditawarkan kepada para pengambil keputusan dalam melaksanakan tugasnya.

Karena, sebagian besar proses pengambilan keputusan yaitu perumusan masalah, pencarian alternatif telah dikerjakan oleh sistem, maka diharapkan pengambil keputusan akan lebih cepat dan akurat dalam menangani masalah yang dihadapinya. Jadi secara umum, dapat dikatakan bahwa SPK memberikan manfaat bagi pengambil keputusan dalam meningkatkan efektifitas dan efisiensi kerjanya terutama dalam proses pengambilan keputusan.

2.2 Logika Fuzzy

Titik awal dari konsep modern mengenai ketidakpastian adalah paper yang dibuat oleh Lofti A Zadeh, dimana Zadeh memperkenalkan teori yang memiliki obyek-obyek dari *himpunan fuzzy* yang memiliki batasan yang tidak tepat dan keanggotaan dalam himpunan fuzzy, dan bukan dalam bentuk logika benar (*true*) atau salah (*false*), tapi dinyatakan dalam derajat (*degree*). Konsep seperti ini disebut dengan *Fuzziness* dan teorinya dinamakan *Fuzzy Set Theory*. Fuzziness dapat didefinisikan sebagai logika kabur berkenaan dengan semantik dari suatu kejadian, fenomena atau pernyataan itu sendiri. Seringkali ditemui dalam pernyataan yang dibuat oleh seseorang, evaluasi dan suatu pengambilan keputusan. Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy, antara lain: [KUS04]

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika fuzzy sangat fleksibel.
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

Perbedaan Himpunan Fuzzy dengan Himpunan Pasti (crisp)

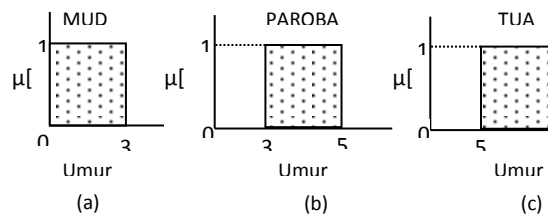
Pada himpunan pasti (crisp) nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki 2 kemungkinan, yaitu:

- Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan
- Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota suatu himpunan.

Contoh : Misalkan variabel umur dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

- MUDA umur < 35 tahun
- PAROBAYA $35 \leq \text{umur} \leq 55$ tahun
- TUA umur ≥ 55 tahun

Nilai keanggotaan secara grafis, himpunan MUDA, PAROBAYA, dan TUA ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Himpunan MUDA, PAROBAYA, dan TUA

Nilai keanggotaan himpunan MUDA, PAROBAYA, dan TUA diatas adalah :

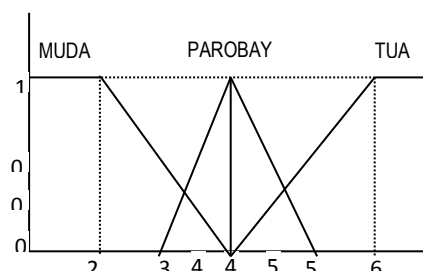
$$\mu_{\text{MUDA}}[34] = 1 \quad \mu_{\text{PAROBAYA}}[34] = 0 \quad \mu_{\text{TUA}}[56] = 1$$

$$\mu_{\text{MUDA}}[35] = 0 \quad \mu_{\text{PAROBAYA}}[35] = 1$$

$$\mu_{\text{PAROBAYA}}[55] = 1 \quad \mu_{\text{TUA}}[55] = 0$$

Dari grafik diatas dapat dikatakan bahwa pemakaian himpunan crisp untuk menyatakan umur sangat tidak adil, adanya perubahan kecil saja pada nilai mengakibatkan perbedaan kategori yang cukup signifikan. Misalnya saja, apabila seseorang berusia 34 tahun maka dia dikatakan MUDA, sedangkan apabila seseorang berusia 35 tahun maka dia sudah dikategorikan PAROBAYA. Begitu juga jika seseorang berumur 55 tahun, maka dia dikategorikan PAROBAYA, sedangkan orang yang berumur 55 tahun lebih satu hari sudah dikategorikan TUA. Maka dari itu himpunan crisp sangat tidak cocok untuk menyatakan hal-hal yang bersifat kontinyu.

Himpunan fuzzy untuk mengantisipasi pembagian kategori yang tidak signifikan tersebut. Seseorang dapat masuk ke dalam 2 kategori sekaligus tetapi dengan nilai fungsi keanggotaan yang berbeda. MUDA dan PAROBAYA, PAROBAYA dan TUA, dsb. Seberapa besar eksistensinya dalam himpunan tersebut dapat dinilai dari nilai keanggotaanya. Himpunan fuzzy untuk variabel umur ditunjukkan oleh grafik berikut.



Gambar 3.2 Contoh fungsi keanggotaan

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa :

Seseorang yang berumur 40 tahun termasuk dalam kategori himpunan MUDA dan PAROBAYA dengan :

$$\mu_{MUDA}[40] = (45 - 40) / (45 - 25) = 5/20 = 0.25$$

$$\mu_{\text{PAROBAYA}}[40] = (45 - 40)/(45 - 35) = 5/10 = 0.5$$

Seseorang yang berumur 50 tahun termasuk dalam kategori himpunan PAROBAYA dan TUA dengan :

$$\mu_{\text{PAROBAYA}}[50] = (50 - 45)/(55 - 45) = 5/10 = 0.5$$

$$\mu_{\text{TUA}}[50] = (65 - 50)/(65 - 45) = 5/20 = 0.25$$

Seseorang yang berumur 27 tahun maka dia dikatakan MUDA dengan :

$$\mu_{\text{MUDA}}[27] = (45 - 27)/(45 - 25) = 18/20 = 0.9$$

Seseorang yang berumur 45 tahun maka dia dikatakan PAROBAYA dengan :

$$\mu_{\text{PAROBAYA}}[45] = 1$$

3.3 Fuzzy Associative Memory (FAM)

Fuzzy Associative Memory (FAM) pertama kali diperkenalkan oleh Bart Kosko (1992). FAM merupakan suatu system fuzzy yang memetakan himpunan-himpunan fuzzy ke himpunan-himpunan fuzzy lainnya. FAM merupakan versi fuzzy dari Bidirectional Associative Memory (BAM). FAM sederhana akan memetakan suatu aturan fuzzy atau himpunan pasangan (A_i, B_i) yang menghubungkan himpunan fuzzy B_i ke himpunan fuzzy A_i . Dengan demikian, suatu system FAM bias terdiri-atas beberapa kumpulan FAM yang berbeda: $(A_1, B_1), (A_2, B_2), \dots (A_m, B_m)$.

Misalkan kita memiliki suatu FAM tunggal dengan pasangan himpunan fuzzy (A, B) , dengan A merupakan suatu himpunan dalam variable X dan B merupakan suatu himpunan pada variable Y. Sebagai contoh, misalkan pada system pengendali lalulintas, pasangan (A, B) adalah $(\text{PADAT}, \text{LAMA})$. X adalah variabel kepadatan lalulintas, sedangkan Y adalah

variable lama waktu lampu hijau menyala. $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$, dan $Y = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_P\}$. A dan B menunjukkan fungsi keanggotaan μ_A dan μ_B yang memetakan elemen x_i dari X ke y_j dari Y. Nilai keanggotaan menunjukkan seberapa besar derajat keberadaan x_i di A dan y_j di B. Misalkan $a_i = \mu_A[x_i]$ dan $b_j = \mu_B[y_j]$, maka: $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ dan $B = (b_1, b_2, \dots, b_P)$.

3.3.1 Fuzzy Hebb FAM

Untuk mengkodekan kumpulan fuzzy $(A, B) = ((a_1, a_2, \dots, a_n), (b_1, b_2, \dots, b_P))$ ke bentuk matriks FAM secara numeris, bisa digunakan aturan pembelajaran Hebb yaitu : *Correlation-minimum encoding* dan *Correlation-product encoding*.

3.3.1.1 Correlation Minimum Encoding

Bentuk *correlation-minimum encoding* akan memberikan matriks korelasi FAM fuzzy outer-product: $M = A^T \circ B$ dengan $m_{ij} = \min(a_i, b_j)$

Contoh : Misalkan $A = (0,2, 0,4, 0,5)$ dan $B = (0,4, 0,3)$ maka dapat diperoleh matriks M berdasarkan *correlation-minimum encoding* sebagai berikut :

$$M = A^T \circ B = \begin{pmatrix} 0,2 \\ 0,4 \\ 0,5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,4 & 0,3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,2 \\ 0,4 & 0,3 \\ 0,5 & 0,3 \end{pmatrix}$$

3.3.1.2 Correlation Product Encoding

Bentuk *correlation-product encoding* akan memberikan matriks korelasi FAM fuzzy outer-product:

$$M = A^T B \text{ dengan } m_{ij} = a_i * b_j$$

Contoh : Misalkan $A = (0,2, 0,4, 0,5)$ dan $B = (0,4, 0,3)$ maka dapat diperoleh matriks M berdasarkan *correlation-product encoding* sebagai berikut :

$$M = A^T B = \begin{pmatrix} 0,2 \\ 0,4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} n_1 & n_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,08 & 0,06 \\ 0,16 & 0,12 \end{pmatrix}$$

3.3.2 Relasi Komposisi

Apabila nilai matriks M telah didapat, maka nilai B selanjutnya dapat diperoleh dengan menggunakan relasi komposisi dari A dan M. Demikian pula, nilai A dapat diperoleh dengan menggunakan komposisi dari M dan B yaitu *Max-min composition* dan *Max-product composition*

a. *Max-min composition*,

Nilai B dapat diperoleh dengan menggunakan komposisi dari A o M yaitu

$$B = A \circ M \text{ dengan } b_j = \max \min (a_i, m_{ij})$$

$$1 \leq i \leq n$$

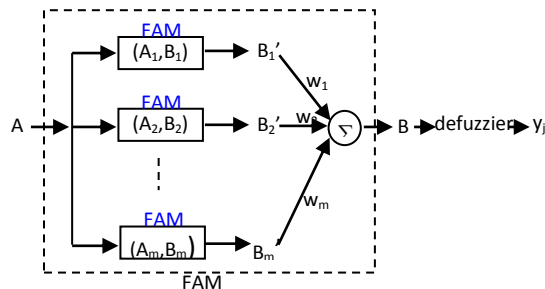
b. *Max-product composition*

Nilai B dapat diperoleh dengan menggunakan komposisi dari AM yaitu

$$B = AM \text{ dengan } b_j = \max (a_i * m_{ij})$$

$$1 \leq i \leq n$$

3.3.2 Superimposing Rules Fam



Gambar 3.3 FAM System dengan m aturan

Andaikan suatu sistem FAM berisi m kelompok FAM yang berbeda, yaitu (A_1, B_1) , (A_2, B_2) , ... (A_m, B_m) . Dengan menggunakan aturan pembelajaran Hebb, akan diperoleh m matriks FAM $M_1, M_2, \dots, M_m$. Fuzzy Hebbian yang digunakan untuk mengkodekan m matriks FAM $(M_1, M_2, \dots, M_m)$ adalah *correlation-minimum encoding* atau untuk *correlation-product encoding*. Dari m kelompok (A_k, B_k) ini, bisa ditentukan vektor B_k' sebagai: $B_k' = A \circ M_k = A \circ (A_k^T \circ M)$, dengan $k=1,2,\dots,m$. Untuk *max-min composition*, dan $B_k' = A \circ M_k = A (A_k^T \circ M)$, dengan $k=1,2,\dots,m$. Untuk *max-product composition*. A adalah sembarang vektor input (yang berisi derajat keanggotaan) yang diberikan ke aturan-aturan FAM (A_k, B_k) .

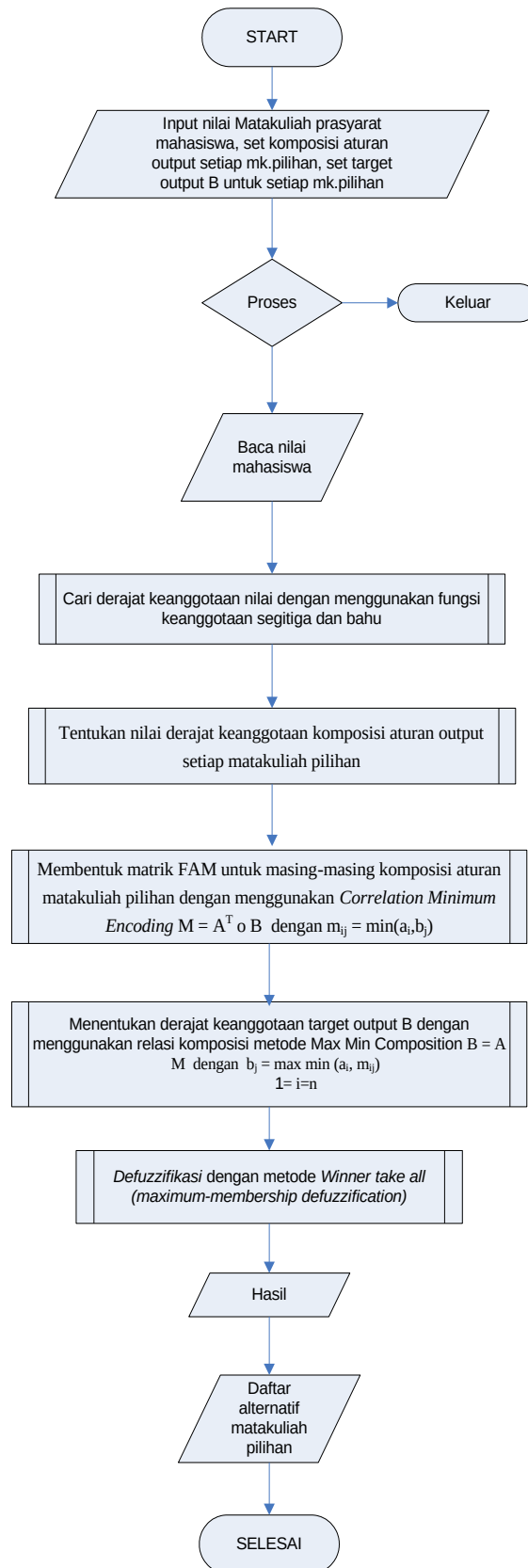
Proses defuzzy dapat dilakukan dengan 2 metode, yaitu:

- Winner take all*. Pada metode ini, nilai terbesar akan menjadi solusi terbaik. Untuk menjaga agar setiap anggota B senantiasa terletak pada interval $[0, 1]$, maka perlu dilakukan normalisasi.

- b. *Weighted average* (rata-rata terbobot). Pada metode ini, apabila ingin dicari satu output tunggal secara numeris pada semesta $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_p\}$ maka diperlukan pencarian satu nilai B^* dengan rata-rata terbobot sebagai berikut:

$$B^* = \frac{\sum_{j=1}^p y_j \mu_B[y_j]}{\sum_{j=1}^p \mu_B[y_j]}$$

3. DIAGRAM ALIR SISTEM



Gambar 3.4 Bagan Alir Program

4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Pada tahap ini, ada 12 matakuliah prasyarat yang menjadi kriteria pemilihan masing-masing matakuliah pilihan. Masing-masing nilai mahasiswa akan dicari nilai derajat keanggotaannya untuk kemudian dicari matriks FAM nya sesuai dengan kriteria matakuliah yang menjadi. Matriks Fam yang didapat akan digunakan untuk menentukan nilai derajat keanggotaan masing-masing output. Dengan defuzzy *winner take all*, nilai derajat keanggotaan output yang terbesar menjadi solusi.

Tabel 4.1 Pilihan dan Prasyarat

MK PILIHAN	SI	SC	AP
MK PRASYARAT			
ALPRO (AL)	C	B	C
STRUKTR DATA (SD)	C	B	C
BASIS DATA (BD)	B	C	C
RPL	B	B	C
GRAF. KOMP (GK)	E	E	B
JARINGAN KOMP (JK)	B	E	B
SISTM OPERASI (SO)	D	E	B

MAT. DISKRET (MD)	E	E	D
STATISTIK (STK)	E	B	E
RISET TI (RTI)	E	D	E
SIST. INFORMASI (SI)	B	D	D
KEC. BUATAN (KB)	D	B	D

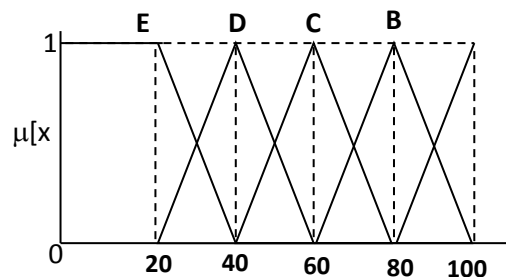
Data nilai mahasiswa yang digunakan untuk pengujian

Tabel 4.2 Data Nilai Untuk Pengujian

PILIHAN	Me	Hen	Des	No	Bik	Ri
PRASYARAT	Ga	Dra	Man	Va	All	za
AL	75	85	90	74.25	87	91
SD	68	73	77	78.5	79	75
BD	55	45	78	70	75	69
RPL	66	68	53	54	85	82
GK	70	55	89	90	73	78

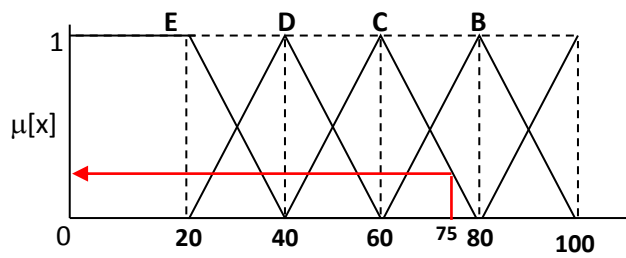
JK	70	70	71	80	95	70
SO	75	68	75	75	75	80
MD	80	80	80	80	85	88
STK	65	57	60	75.5	66	83
RTI	67.7	30	75	60	70	90
SI	50	0	58	79	75	75
KB	77.25	75	83	32	85	85

Adapun fungsi keanggotaan dari **variabel nilai** adalah sebagai berikut



Gambar 4.1 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Nilai

Misalnya untuk mahasiswa dengan nama Megawati, data matakuliah Algoritma dan Pemrograman (Alpro) dengan nilai 75 maka akan menghasilkan himpunan fuzzy baik dan himpunan fuzzy cukup dengan derajat keanggotaan masing-masing $\mu_{\text{cukup}}[75]=0.25$ dan $\mu_{\text{baik}}[75]=0.75$. Ini berarti, secara fuzzy nilai matakuliah Alpro [75] dari Megawati masuk kategori nilai huruf ‘Cukup (C)’ dan ‘Baik (B)’ dengan derajat keanggotaan 0.25 dan 0.7 dan derajat keanggotaan untuk nilai huruf yang lain adalah 0 (nol).



Gambar 4.2 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Nilai Alpro 75

Sehingga untuk semua nilai matakuliah Megawati, maka derajat keanggotaan masing-masing nilai hurufnya adalah

Tabel 4.3 Tabel Derajat Keanggotaan Nilai Matakuliah

μ NILAI MK	AL	SD	BD	RPL	GRAF
NILAI	PRO				
A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	0.75	0.40	0.00	0.30	0.50
C	0.25	0.60	0.75	0.70	0.50
D	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00
E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

JK	SO	MD	STISTK	RTI	SI	KB
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

0.50	0.75	1.00	0.25	0.39	0.00	0.86
0.50	0.25	0.00	0.75	0.62	0.50	0.14
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Setelah nilai tegas dikonversi, maka dilanjutkan dengan penentuan komposisi aturan output dan nilai derajat keanggotaan target output. Komposisi aturan output nilai matakuliah wajib dalam bentuk nilai huruf untuk masing-masing konsentrasi matakuliah pilihan ditentukan sebagai berikut :

Tabel 4.4 Tabel Komposisi Aturan Output

KOMPOSISI			
Aturan OUTPUT	SI	SC	AP
MATAKULIAH			
ALPRO	C	B	C
STRUKTUR DATA	C	B	C
BASIS DATA	B	C	C
RPL	B	B	C
GRAFIKA KOMPUTER	E	E	B

JARINGAN KOMPUTER	B	E	B
SISTEM OPERASI	D	E	B
MATEMATIKA DISKRET	E	E	D
STATISTIKA	E	B	E
RISET OPERASI	E	D	E
SISTEM INFORMASI	B	D	D
KECERDASAN BUATAN	D	B	D

Maka langkah selanjutnya adalah menentukan nilai derajat keanggotaan input A dari masing-masing matakuliah pilihan berdasarkan komposisi aturan yang telah ditentukan diatas. Misalnya untuk matakuliah pilihan Sistem Informasi maka derajat keanggotaan target output B nya adalah :

Tabel 4.6 Tabel Nilai Derajat Keanggotaan Komposisi Aturan Output

KOMPOSISI OUTPUT	SI	
	Target	μ
ALPRO	C	0.25
STRUKTUR DATA	C	0.60
BASIS DATA	B	0.00
RPL	B	0.30
GRAFIKA KOMPUTER	E	0.00
JARINGAN KOMPUTER	B	0.50
SISTEM OPERASI	D	0.00
MATEMATIKA DISKRET	E	0.00
STATISTIKA	E	0.00
RISET OPERASI	E	0.00
SISTEM INFORMASI	B	0.50

KECERDASAN		
BUATAN	D	0.00

SC		AP	
Target	μ	Target	μ
B	0.75	C	0.25
B	0.40	C	0.60
C	0.75	C	0.75
B	0.30	C	0.70
E	0.00	B	0.50
E	0.00	B	0.50
E	0.00	B	0.75
E	0.00	D	0.00
B	0.25	E	0.00
D	0.00	E	0.00
D	0.50	D	0.50
B	0.86	D	0.00

Sedangkan nilai derajat keanggotaan target output B dengan kriteria :

B₁= MKK (matakuliah ketrampilan dan keilmuan)

B₂= MKB (matakuliah keahlian berkarya)

B₃= Penguasaan logika

Tabel 4.7 Tabel Target Output

OUTPUT B	B ₁	B ₂	B ₃
MK PILIHAN			
SISTEM INFORMASI	0.4	0.3	0.3
SISTEM CERDAS	0.4	0.2	0.4
APLIKASI	0.2	0.5	0.3

Setelah diketahui nilai derajat keanggotaan input A dari masing-masing matakuliah pilihan berdasarkan komposisi aturan dan derajat keanggotaan target output B nya, maka langkah selanjutnya adalah membentuk matriks FAM nya dengan menggunakan aturan pembelajaran Hebb yaitu *Correlation Minimum Encoding* dan *Correlation Product Encoding*. Untuk pengujian kali ini akan digunakan aturan pembelajaran Hebb *Correlation Minimum Encoding* yaitu mencari nilai minimum dari elemen-elemen derajat keanggotaan transpose matriks input dengan elemen derajat keanggotaan matriks target output B.

Untuk komposisi aturan matakuliah pilihan Sistem Informasi

$$M_1 = A_1^T \circ B_1 = \begin{pmatrix} 0.25 \\ 0.60 \\ 0.00 \\ 0.30 \\ 0.00 \\ 0.50 \\ 0.00 \\ 0.00 \\ 0.00 \\ 0.00 \\ 0.00 \\ 0.50 \\ 0.00 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.25 & 0.25 & 0.25 \\ 0.40 & 0.30 & 0.30 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.30 & 0.30 & 0.30 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.40 & 0.30 & 0.30 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.40 & 0.30 & 0.30 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{pmatrix}$$

Nilai M_1 didapatkan dari :

$$\begin{pmatrix} \min(0.25; 0.4) & \min(0.25; 0.3) & \min(0.25; 0.3) \\ \min(0.6; 0.4) & \min(0.6; 0.3) & \min(0.6; 0.3) \\ \min(0; 0.4) & \min(0; 0.3) & \min(0; 0.3) \\ \min(0.3; 0.4) & \min(0; 0.3) & \min(0.40; 0.3) \\ \min(0; 0.4) & \min(0; 0.3) & \min(0; 0.3) \\ \min(0.5; 0.4) & \min(0.5; 0.3) & \min(0.5; 0.3) \end{pmatrix}$$

Jika menggunakan *Correlation Product Encoding*, maka matriks FAM nya diperoleh dari hasil perkalian elemen-elemen derajat keanggotaan transpose matriks input dengan elemen derajat keanggotaan matriks target output B. misal untuk matakuliah pilihan Sistem Informasi, $m_{12} = 0.35 * 1 = 0.35$. Hasil akhir matriks FAM nya sama seperti matriks FAM dengan *Correlation Minimum Encoding*. Hasil akhir matriks FAM dengan menggunakan kedua pembelajaran hebb tersebut tidak selalu harus sama, tergantung dari nilai target output B nya. Misalnya jika ditentukan aturan untuk target output B matakuliah pilihan konsentrasi untuk Sistem Informasi adalah $B = (0.7 \ 0.2 \ 0.1)$ maka dengan *Correlation Product Encoding*, nilai $m_{12} = 0.35 * 0.7 = 0.245$.

Maka untuk komposisi aturan matakuliah yang lain akan dihasilkan nilai matriks FAM nya adalah :

Untuk komposisi aturan matakuliah pilihan Sistem Cerdas

$$M_2 = A_2^T \circ B_2 = \begin{pmatrix} 0.75 \\ 0.40 \\ 0.75 \\ 0.30 \\ 0.00 \\ 0.00 \\ 0.00 \\ 0.00 \\ 0.25 \\ 0.00 \\ 0.50 \\ 0.86 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.4 & 0.2 & 0.4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.40 & 0.20 & 0.40 \\ 0.40 & 0.20 & 0.40 \\ 0.40 & 0.20 & 0.40 \\ 0.30 & 0.20 & 0.30 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.25 & 0.20 & 0.25 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.40 & 0.20 & 0.40 \\ 0.40 & 0.20 & 0.40 \end{pmatrix}$$

Untuk komposisi aturan matakuliah pilihan Sistem Aplikasi

$$M_3 = A_3^T \circ B_3 = \begin{pmatrix} 0.25 \\ 0.60 \\ 0.75 \\ 0.70 \\ 0.50 \\ 0.50 \\ 0.75 \\ 0.00 \\ 0.00 \\ 0.00 \\ 0.50 \\ 0.00 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.2 & 0.5 & 0.3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.20 & 0.25 & 0.25 \\ 0.20 & 0.50 & 0.30 \\ 0.20 & 0.50 & 0.30 \\ 0.20 & 0.50 & 0.30 \\ 0.20 & 0.50 & 0.30 \\ 0.20 & 0.50 & 0.30 \\ 0.20 & 0.50 & 0.30 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.20 & 0.50 & 0.30 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{pmatrix}$$

didapat, tnya dapat diperoleh
ari A dan posisi, yaitu *Max Min*

Composition dan *Max Product Composition*. Pada penelitian kali ini digunakan relasi komposisi *Max Min Composition*. Pada *max-min composition*, nilai B dapat diperoleh dengan menggunakan komposisi dari AoM sebagai berikut :

$$B = A \circ M$$

$$b_j = \max \min (a_i, m_{ij})$$

$$1 \leq i \leq n$$

Sehingga nilai B nya untuk masing-masing konsentrasi matakuliah pilihan adalah sebagai berikut :

Untuk konsentrasi matakuliah pilihan Sistem Informasi $B_1 = A_1 \circ M_1$

$$b_1 = \text{Max} \{ \min(0.25; 0.25); \min(0.6; 0.4); \min(0; 0); \min(0.3; 0.3); \min(0; 0); \min(0.5; 0.4); \min(0; 0); \min(0; 0); \min(0; 0); \min(0.5; 0.4); \min(0; 0) \}$$

$$= \text{Max} \{ 0.25; 0.4; 0; 0.3; 0; 0.4; 0; 0; 0; 0.0; 0.4; 0 \} = 0.4$$

$$b_2 = \text{Max} \{ \min(0.25; 0.25); \min(0.6; 0.3); \min(0; 0); \min(0.3; 0.3); \min(0; 0); \min(0.5; 0.3); \min(0; 0); \min(0; 0); \min(0; 0); \min(0.5; 0.3); \min(0; 0) \}$$

$$= \text{Max} \{ 0.25; 0.3; 0; 0.3; 0; 0.3; 0; 0; 0; 0; 0.3; 0 \}$$

$$= 0.3$$

$$b_3 = \text{Max} \{ \min(0.25; 0.25); \min(0.6; 0.3); \min(0; 0); \min(0.3; 0.3); \min(0; 0); \min(0.5; 0.3); \min(0; 0); \min(0; 0); \min(0; 0); \min(0.5; 0.3); \min(0; 0) \}$$

$$= \text{Max} \{ 0.25; 0.3; 0; 0.3; 0; 0.3; 0; 0; 0; 0; 0.3; 0 \}$$

$$= 0.3$$

Sehingga nilai $B_1 = (0.4 \ 0.3 \ 0.3)$

Dengan langkah yang sama, maka nilai output B untuk konsentrasi matakuliah pilihan Sistem Cerdas dan Aplikasi berturut-turut adalah sebagai berikut :

- Untuk konsentrasi matakuliah pilihan Sistem Cerdas maka $B_2 = (0.4 \ 0.2 \ 0.4)$
- Untuk konsentrasi matakuliah pilihan Aplikasi $B_3 = (0.2 \ 0.5 \ 0.3)$

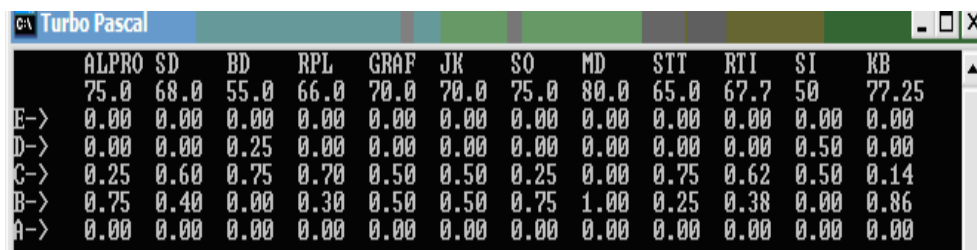
Selanjutnya adalah menentukan solusi alternatif dari konsentrasi matakuliah pilihan yang akan diambil melalui proses *defuzzy Winner Take All (maximum membership defuzzification)*. Pada metode ini nilai terbesar akan menjadi solusi terbaik. Sebelumnya kita cari dahulu derajat keanggotaan tiap output sebagai :

$$B_1 = \max (0.4 \ 0.3 \ 0.3) = 0.4$$

$$B_2 = \max (0.4 \ 0.2 \ 0.4) = 0.4$$

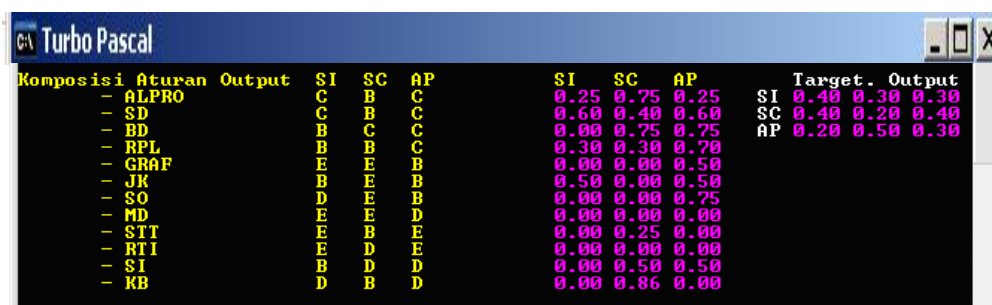
$$B_3 = \max (0.2 \ 0.5 \ 0.3) = 0.5$$

Dengan demikian nilai B_3 muncul sebagai pemenang (nilai terbesar). Sehingga Megawati dapat mengambil matakuliah pilihan **Sistem Aplikasi Perhitungan dengan program komputer**



	ALPRO	SD	BD	RPL	GRAF	JK	SO	MD	STT	RTI	SI	KB
E→	75.0	68.0	55.0	66.0	70.0	70.0	75.0	80.0	65.0	67.7	50	77.25
D→	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C→	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
B→	0.25	0.60	0.75	0.70	0.50	0.50	0.25	0.00	0.75	0.62	0.50	0.14
A→	0.75	0.40	0.00	0.30	0.50	0.50	0.75	1.00	0.25	0.38	0.00	0.86
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Gambar 4.1 Derajat Keanggotaan Nilai Matakuliah



Komposisi Aturan	Output	SI	SC	AP	SI	SC	AP	Target. Output
- ALPRO	C	B	C	0.25	0.75	0.25	SI	0.40 0.30 0.30
- SD	C	B	C	0.60	0.40	0.60	SC	0.40 0.20 0.40
- BD	B	C	C	0.00	0.75	0.75	AP	0.20 0.50 0.30
- RPL	B	B	C	0.30	0.30	0.70		
- GRAF	E	E	B	0.00	0.00	0.50		
- JK	B	E	B	0.50	0.00	0.50		
- SO	D	E	B	0.00	0.00	0.75		
- MD	E	E	D	0.00	0.00	0.00		
- STT	E	B	E	0.00	0.25	0.00		
- RTI	E	D	E	0.00	0.00	0.00		
- SI	B	D	D	0.00	0.50	0.50		
- KB	D	B	D	0.00	0.86	0.00		

Gambar 4.2 Komposisi Aturan Output, Derajat Keanggotaan Aturan Output, dan Target Output

```

C:\ Turbo Pascal
Hasil Matrik FAM dengan Correlation Minimum Encoding

M1 0.25 0.25 0.25 M2 0.40 0.20 0.40 M3 0.20 0.25 0.25
0.40 0.30 0.30 0.40 0.20 0.40 0.20 0.50 0.30
0.00 0.00 0.00 0.40 0.20 0.40 0.20 0.50 0.30
0.30 0.30 0.30 0.30 0.20 0.30 0.20 0.50 0.30
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.20 0.50 0.30
0.40 0.30 0.30 0.00 0.00 0.00 0.20 0.50 0.30
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.20 0.50 0.30
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

C:\ Turbo Pascal
Hitung Output B :
Matrik A1
0.25 0.60 0.00 0.30 0.00 0.50 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
Matrik M1 -> 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 <Max Min Comp.>
0.40 0.30 0.30 0.40 0.30 0.30 0.40 0.30 0.30
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.40 0.30 0.30 0.40 0.30 0.30 0.40 0.30 0.30
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Miu Target Output :
B1--> 0.40_
  
```

Gambar 4.4 Output B_1

```

C:\ Turbo Pascal
Hitung Output B :
Matrik A2
0.75 0.40 0.75 0.30 0.00 0.00 0.00 0.00 0.25 0.00 0.50 0.86
Matrik M2 -> 0.40 0.20 0.40 0.40 0.20 0.40 <Max Min Comp.>
0.40 0.20 0.40 0.40 0.20 0.40 0.40 0.30 0.30
0.30 0.20 0.30 0.30 0.20 0.30 0.30 0.20 0.30
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.25 0.20 0.25 0.25 0.20 0.25 0.25 0.20 0.25
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.40 0.20 0.40 0.40 0.20 0.40 0.40 0.20 0.40
0.40 0.20 0.40 0.40 0.20 0.40

Miu Target Output :
B1--> 0.40
B2--> 0.40
  
```

Gambar 4.5 Output B_2

```

c:\ Turbo Pascal
Hitung Output B :
Matrik A3
0.25 0.60 0.75 0.70 0.50 0.50 0.75 0.00 0.00 0.00 0.50 0.00
      Matrik M3 ->
0.20 0.25 0.25 0.20 0.25 0.25 <Max Min Comp.>
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30 0.40 0.30 0.30
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30 0.40 0.20 0.40
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Miu Target Output :
B1--> 0.40
B2--> 0.40
B3--> 0.50_

c:\ Turbo Pascal
Hitung Output B :
Matrik A3
0.25 0.60 0.75 0.70 0.50 0.50 0.75 0.00 0.00 0.00 0.50 0.00
      Matrik M3 ->
0.20 0.25 0.25 0.20 0.25 0.25 <Max Min Comp.>
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30 0.40 0.30 0.30
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30 0.40 0.20 0.40
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Miu Target Output : Winner Take All      Minat Anda Cocok :
B1--> 0.40      B3      SISTEM APLIKASI
B2--> 0.40
B3--> 0.50
  
```

Gambar 4.7 Proses defuzzy dengan winner take all

```

c:\ Turbo Pascal
Hitung Output B :
Matrik A3
0.25 0.60 0.75 0.70 0.50 0.50 0.75 0.00 0.00 0.00 0.50 0.00
      Matrik M3 ->
0.20 0.25 0.25 0.20 0.25 0.25 <Max Min Comp.>
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30 0.40 0.30 0.30
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30 0.40 0.20 0.40
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.20 0.50 0.30 0.20 0.50 0.30
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Miu Target Output : Winner Take All      Minat Anda Cocok :
B1--> 0.40      B3      SISTEM APLIKASI
B2--> 0.40
B3--> 0.50
  
```

Gambar 4.8 Solusi alternatif matakuliah pilihan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem pendukung keputusan dengan *fuzzy associative memory* dapat membantu dalam hal penyeleksian mata kuliah pilihan dengan kemungkinan output yang lebih baik daripada hanya dengan logika biasa, karena setiap output disertai atau diberi nilai dukungan yaitu persentase kedekatan atau derajat keanggotaan (*degree of membership*).

Dengan adanya dukungan-dukungan terhadap mata kuliah pilihan yang dihasilkan oleh sistem, maka dapat disimpulkan bahwa sistem pendukung keputusan untuk pengambilan mata kuliah pilihan sudah memenuhi. Lebih lanjut Program ini dapat dikembangkan dengan menambahkan kriteria yang menjadi dasar pertimbangan untuk pemilihan mata kuliah pilihan, jadi tidak hanya berdasar kriteria komposisi nilai matakuliah prasyarat, tetapi dengan kriteria-kriteria lain yang lebih mendekati kenyataan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo 2004. **Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan**. Graha Ilmu. Yogyakarta.
2. Kusumadewi, Sri. 2004. **Membangun Jaringan Syaraf Tiruan (menggunakan MATLAB & Excel Link)**. Yogyakarta : Graha Ilmu.
3. Negnevitsky, Michael. 2002. **Artificial Intelligence A Guide to Intelligent Systems**. Addison-Wesley: Harlow, England.
4. Turban, Efraim. Joy E. Aronson. Ting-Peng Liang. 2005. **Decision Support Systems and Intelligent System (Sistem Pendukung Keputusan dan Sistem Cerdas)**. Andi Offset. Yogyakarta