

Multi Criteria Decision Analysis Berbasis Fuzzy Set Theory untuk Pengambilan Keputusan

Taufiq Rochman *

Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
Jl. Ir. Sutami No.36 Surakarta telp. 57126 fax.532110

Abstract

The aim of this study is to develop a framework for decision making process that incorporates selecting the best alternative which is relevant to decision maker. Multi criteria decision analysis based fuzzy set theory is used in this study to help decision maker to compare and rank decision alternative. This result enables decision makers to collate the decision alternative and also permits decision-makers the weight of the dimension while modifying decision making process that applied fuzzy set theory to analyse the collected data.

Key word: fuzzy set theory, Multi criteria decision analysis

1. Pendahuluan

Metode multi kriteria terdiri dari sekumpulan pilihan alternatif yang terbatas dimana *decision maker* menggunakan untuk memilih atau meranking suatu pilihan dan sekumpulan kriteria dibobot mengikuti tingkat kepentingannya (Al-Najjar&Al-Syouf, 2003). Problem multikriteria dijumpai dalam banyak situasi dimana jumlah alternatif dan kejadian membutuhkan pilihan berdasarkan sekumpulan kriteria atau atribut (Aouam, 2003). Membandingkan beberapa alternatif adalah kunci pengambilan keputusan yang bersifat atribut. Dalam pemilihan alternatif yang bersifat konfliktual, pengambil keputusan harus mempertimbangkan data yang bersifat *imprecise* atau *ambiguous*. Teori *fuzzy set* cocok untuk menyelesaikan permasalahan yang bersifat ambiguity yang dijumpai banyak dalam penyelesaian problem multikriteria.

Belman dan Zadeh (1975) merupakan orang pertama yang mempelajari problem pengambilan keputusan dibawah lingkungan fuzzy dan mereka mengawali penyelesaian problem pengambilan keputusan dengan pendekatan fuzzy multi kriteria. Menurut Aouam (2003) pengambilan keputusan dalam struktur informasi yang tidak pasti (*uncertainty*) dan kabur (*fuzziness*) menggunakan metode matematis yang bersifat *crisp* kurang tepat tetapi diselesaikan dengan model yang menggabungkan teori himpunan fuzzy dan unsur-unsur subyektivitas (disebabkan ambiguitas) untuk mendapatkan pendekatan keputusan yang lebih tepat dan fleksibel. Metode yang diusulkan dapat dilakukan dengan input yang bersifat *crisp* dan *fuzzy*.

2. Metode Penelitian

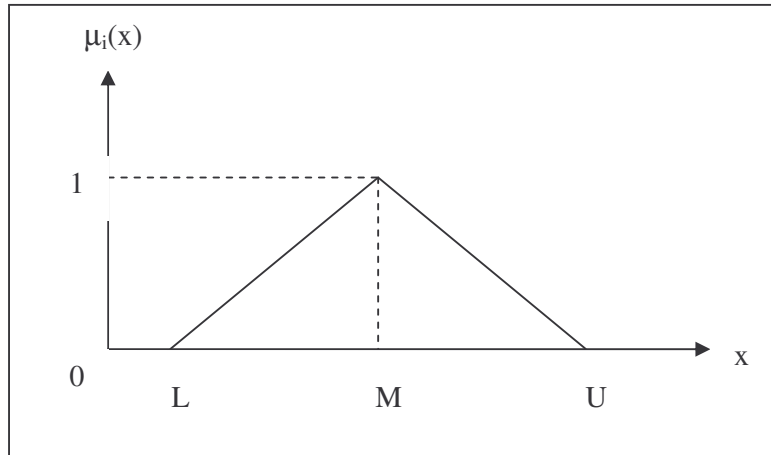
2.1. Fuzzy number

Fuzzy number adalah *fuzzy subset* dari *real numbers* yang merupakan perluasan dari ide interval konfidensi. Berdasarkan definisi dari Laarhoven dan Pedrycz dalam Hsieh (2004), fungsi keanggotaan segitiga (*triangular fuzzy number* (TFN)) mengikuti bentuk dasar berikut ini :

* Correspondence : Tofiqrochman@yahoo.com

Keanggotaan fuzzy A terhadap R adalah fungsi keanggotaan segitiga (TFN) jika fungsi keanggotaan $\mu_A^\infty(X) : R \rightarrow [0,1]$ dirumuskan sebagai berikut :

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} (X - L)/(M - L), & L \leq X \leq M \\ (U - X)/(U - M), & M \leq X \leq U \\ 0 & , \text{ yang lainnya} \end{cases} \quad (1)$$



Gambar 1. Fungsi Keanggotaan Segitiga (*triangular fuzzy number*)

Dimana L dan U merupakan batas bawah dan batas atas untuk fungsi keanggotaan fuzzy \tilde{A} , dan M adalah titik tengah (*modal value*). *Triangular fuzzy number* dapat dinotasikan sebagai $\tilde{A} = (L, M, U)$ dimana aturan operasional dari dua fungsi keanggotaan segitiga (TFN), $\tilde{A}_1 = (L_1, M_1, U_1)$ dan $\tilde{A}_2 = (L_2, M_2, U_2)$ berlaku sebagai berikut :

Penjumlahan fuzzy number \oplus

$$\begin{aligned} \tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2 &= (L_1, M_1, U_1) \oplus (L_2, M_2, U_2) \\ &= (L_1 + L_2, M_1 + M_2, U_1 + U_2) \end{aligned} \quad (2)$$

Perkalian fuzzy number \otimes

$$\begin{aligned} \tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 &= (L_1, M_1, U_1) \otimes (L_2, M_2, U_2) \\ &= (L_1 \cdot L_2, M_1 \cdot M_2, U_1 \cdot U_2) \end{aligned} \quad (3)$$

Pengurangan fuzzy number $(-)$

$$\begin{aligned} \tilde{A}_1(-)\tilde{A}_2 &= (L_1, M_1, U_1) - (L_2, M_2, U_2) \\ &= (L_1 - L_2, M_1 - M_2, U_1 - U_2) \end{aligned} \quad (4)$$

Pembagian fuzzy number Φ

$$\begin{aligned} \tilde{A}_1 \Phi \tilde{A}_2 &= (L_1, M_1, U_1) \Phi (L_2, M_2, U_2) \\ &= (L_1 / U_2, M_1 / M_2, U_1 / L_2) \end{aligned} \quad (5)$$

untuk $L_i > 0, M_i > 0, U_i > 0$

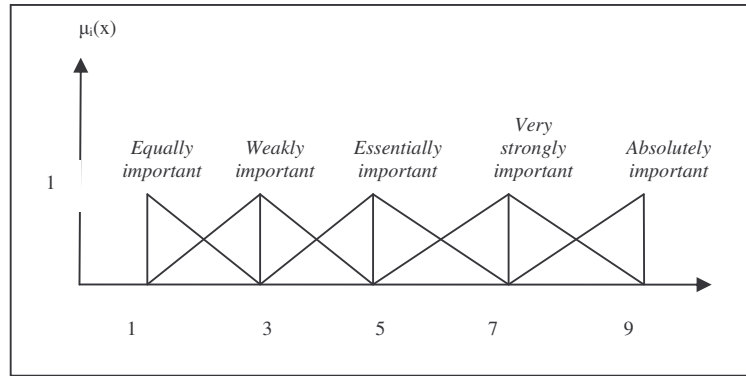
Kebalikan (reciprocal) fuzzy number

$$\tilde{A}_1^{-1} = (L_1, M_1, U_1)^{-1} = (1/U_1, 1/M_1, 1/L_1)$$

untuk $L_i > 0, M_i > 0, U_i > 0$

Variabel linguistik merupakan variabel yang menilai kata atau kalimat dalam bentuk bukan angka tetapi berupa *artificial language*. Penggunaan variabel linguistik pada beberapa

kriteria biasanya menggunakan lima skala linguistik seperti ” *equally important*”, ” *weakly important*”, ” *essentially important*”, ” *very strongly important*” dan ” *absolutely important*”. Fungsi keanggotaan fuzzy beserta variabel linguistik ditunjukkan dalam gambar berikut ini.



Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Variabel Linguistik.

Perhitungan didasarkan pada fungsi keanggotaan fuzzy yang didefinisikan oleh Mon dalam Hsieh (2004) seperti yang disebutkan dalam tabel berikut :

Tabel 1. Fungsi Keanggotaan dari Skala Linguistik.

Fuzzy number	Linguistik scales	Scale of fuzzy number
1	<i>Equally important (Eq)</i>	(1,1,3)
3	<i>Weakly important (Wk)</i>	(1,3,5)
5	<i>Essentially important (Es)</i>	(3,5,7)
7	<i>Very strongly Important Vs)</i>	(5,7,9)
9	<i>Asolutely important (Ai)</i>	(7,9,9)

2.2. Evaluasi Fuzzy Set untuk Alternatif Keputusan

Buckley (1985) merumuskan perankingan alternatif menggunakan *fuzzy number*, dimana problem perankingan alternatif dengan m alternatif ditetapkan sebagai A_1, A_2, \dots, A_m , sekelompok penilai (*judgment*) terdiri dari n *experts* ditetapkan J_1, J_2, \dots, J_n . Dan sejumlah k kriteria ditetapkan C_1, C_2, \dots, C_n . Data penilaian ditampung dalam matrik T_k dan T

$$\begin{matrix}
 & & J_1 & J_2 & J_n \\
 & A_1 & | & & | \\
 T_k & A_2 & | & a_{ij}^k \in Fo & | \\
 & A_m & | & & | \\
 & & & & & (6)
 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix}
 & & J_1 & J_2 & J_n \\
 & C_1 & | & & | \\
 T = & C_2 & | & b_{ki} \in Fo & | \\
 & C_m & | & & |
 \end{matrix}$$

Nilai a_{ij}^k merupakan *fuzzy number* yang menunjukkan pilihan alternatif A_i oleh penilai J_i untuk kriteria C_k . Nilai b_{kj} merupakan *fuzzy number* yang menunjukkan tingkat kepentingan kriteria C_k yang diberikan oleh penilai (*expert*) J_i . Dan F_0 merupakan bilangan fuzzy yang digunakan oleh penilai. Pembobotan bilangan fuzzy (*fuzzy weights*) ditetapkan sebagai $\tilde{w} = (\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_m)$ dimana $\tilde{w}_i \in F$ dan $1 \leq i \leq m$. Penentuan ranking dilakukan dengan penjumlahan fuzzy (*fuzzy addition*) dan perkalian fuzzy (*fuzzy multiplication*):

$$\bar{m}_{ik} = \left(\frac{1}{n}\right) \otimes [\bar{a}_{i1}^k \oplus \bar{a}_{i2}^k \oplus \dots \oplus \bar{a}_{in}^k] \quad (7)$$

$$\bar{n}_k = \left(\frac{1}{n}\right) \otimes [\bar{b}_{k1} \oplus \bar{b}_{k2} \oplus \dots \oplus \bar{b}_{kn}] \quad (8)$$

Pembobotan fuzzy (*fuzzy weight*) dirumuskan :

$$\tilde{w}_i = \left(\frac{i}{kL}\right) \otimes [(\bar{m}_{i1} \otimes \bar{n}_1) \oplus \dots \oplus (\bar{m}_{ik} \otimes \bar{n}_k)] \quad (9)$$

Fuzzy rankings \tilde{w}_{i1} untuk pilihan alternatif A_i untuk tiap evaluator J_i dirumuskan :

$$\tilde{w}_{ij} = \left(\frac{1}{k}\right) \otimes [(\tilde{a}_{ij}^k \otimes \tilde{b}_{ij}) \oplus \dots \oplus (\tilde{a}_{ij}^k \otimes \tilde{b}_{ki})] \quad (10)$$

\tilde{w}_{ij} adalah *fuzzy average* untuk semua kriteria. Fuzzy ranking \tilde{w}_{ij} untuk semua penilai (*expert*):

$$\tilde{w}_i = \left(\frac{1}{nL}\right) \otimes [\bar{w}_{i1} \oplus \dots \oplus \bar{w}_{in}] \quad (11)$$

Hsieh et.al.(2004) menggunakan teknik rata-rata geometris (*geometric mean technique*) untuk menentukan *fuzzy geometric mean* dan pembobotan fuzzy dari tiap kriteria dengan persamaan sebagai berikut :

$$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in})^{1/n}, \quad (12)$$

$$\tilde{w} = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} \quad (13)$$

Penetapan nilai \tilde{E}_i^k , menunjukkan nilai performansi yang bersifat fuzzy dari k evaluator terhadap alternatif i pada kriteria j, dan semua kriteria evaluasi ditunjukkan melalui rumusan sebagai berikut:

$$\tilde{E}_{ij}^k = (L\tilde{E}_{ij}^k, M\tilde{E}_{ij}^k, U\tilde{E}_{ij}^k). \quad (14)$$

Penentuan nilai \tilde{E}_{ij} melalui nilai rata-rata dengan mengintegrasikan nilai yang bersifat fuzzy dari m evaluator dengan persamaan sebagai berikut :

$$\tilde{E}_{ij} = (1/m) \otimes (\tilde{E}_{ij}^1 \oplus \tilde{E}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{E}_{ij}^m) \quad (15)$$

Nilai \tilde{E}_{ij} menunjukkan rata-rata jumlah penilaian fuzzy dari pengambil keputusan, yang ditampilkan melalui fungsi keanggotaan segitiga dimana $\tilde{E}_{ij} = (LE_{ij}, ME_{ij}, UE_{ij})$ dengan nilai LE_{ij} , ME_{ij} dan UE_{ij} dapat diselesaikan dengan persamaan sebagai berikut :

$$LE_{ij} = \left(\sum_{k=1}^m LE_{ij}^k\right)/m; ME_{ij} = \left(\sum_{k=1}^m ME_{ij}^k\right)/m; UE_{ij} = \left(\sum_{k=1}^m UE_{ij}^k\right)/m \quad (16)$$

Hasil akhir merupakan matrik keputusan pembentukan fuzzy (*fuzzy syntehetic decision*) dengan persamaan sebagai berikut :

$$\tilde{R} = \tilde{E} \circ \tilde{w} \tag{17}$$

Nilai fuzzy number $\tilde{R}_i = (LR_i, MR_i, UR_i)$ dengan LR_i , MR_i , dan UR_i sebagai nilai batas bawah, tengah dan batas atas merupakan nilai simetris dari alternatif dengan persamaan sebagai berikut :

$$LR_i = \sum_{j=1}^n LE_{ij} \cdot xLw_j, MR_i = \sum_{j=1}^n ME_{ij} \cdot xMw_j, UR_i = \sum_{j=1}^n UE_{ij} \cdot xUw_j \tag{18}$$

Metode perangkingan nonfuzzy dilakukan dengan defuzzifikasi menggunakan model *Best Nonfuzzy Performance Value* (BNP) dengan rumusan sebagai berikut :

$$BNP_i = [(UR_i - LR_i) + (MR_i - LR_i)]/3 + LR_i \quad \forall i \tag{19}$$

Berdasarkan nilai dari BNP untuk tiap alternatif, ranking dari tiap alternatif dapat ditentukan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Contoh Kasus

Dalam model *multi criteria decision analysis* salah satu instrumen yang digunakan adalah merancang problem keputusan yang terdiri banyak kriteria kedalam suatu struktur hirarki untuk memudahkan menganalisa dan memecahkan persoalan tersebut. Identifikasi terhadap beberapa kriteria dan sub kriteria yang disusun dalam model struktur hirarki membantu dalam menentukan pilihan alternatif terbaik.

Tabel 2. Kriteria-kriteria dalam Pengambilan Keputusan

Dimensi	Kriteria		Sub Kriteria	
Dimensi 1	K1	Kriteria-1	SK1	Sub Kriteria-1
			SK2	Sub Kriteria-2
			SK3	Sub Kriteria-3
	K2	Kriteria-2	SK4	Sub Kriteria-4
			SK5	Sub Kriteria-5
			SK6	Sub Kriteria-6
			SK7	Sub Kriteria-7
	K3	Kriteria-3	SK8	Sub Kriteria-8
			SK9	Sub Kriteria-9
Dimensi 2	K4	Kriteria-4	SK10	Sub Kriteria-10
			SK11	Sub Kriteria-11
			SK12	Sub Kriteria-12
			SK13	Sub Kriteria-13
			SK14	Sub Kriteria-14
	K5	Kriteria-5	SK15	Sub Kriteria-15
			SK16	Sub Kriteria-16
			SK17	Sub Kriteria-17
			SK18	Sub Kriteria-18

			SK19	Sub Kriteria-19
			SK20	Sub Kriteria-20
			SK21	Sub Kriteria-21
Dimensi 3	K6	Kriteria-6	SK22	Sub Kriteria-22
			SK23	Sub Kriteria-23
			SK24	Sub Kriteria-24
Keterangan	Alternatif			
A1	Alternatif-1			
A2	Alternatif-2			
A3	Alternatif-3			

Tabel 3. Data Preferensi Perbandingan Kriteria Skala Fuzzy Number

I	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	1	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$
K2		1	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$
K3			1	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$
K4				1	$\tilde{3}$	$\tilde{3}$
K5					1	$\tilde{1}$
K6						1

II	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	1	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$
K2		1	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$
K3			1	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$
K4				1	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$
K5					1	$\tilde{1}$
K6						1

Perhitungan menggunakan model fuzzy geometric mean untuk menentukan matrik synthetic pairwise comparison dengan persamaan berikut :

$$\tilde{a}_{ij} = (\tilde{a}_{ij}^1 x \tilde{a}_{ij}^2 x \tilde{a}_{ij}^3 x \dots x \tilde{a}_{ij}^n)^{1/n}$$

$$\tilde{a}_{12} = ((1,1,3) x (1/5,1/3,1))^{1/2} = ((1 x 1/5)^{1/2}, (1 x 1/3)^{1/2}, (3 x 1)^{1/2}) = (0,447; 0,577; 1,732)$$

Tabel 4. Nilai Matrik Synthetic Pairwise Comparison untuk Perbandingan Kriteria .

	K1			K2			K3		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
K1	1.000	1.000	1.000	0,447	0,577	1,732	1	1,732	3,873
K2	0,577	1,732	2,236	1.000	1.000	1.000	1	1,732	3,873
K3	0,258	0,577	1	0,258		1	1.000	1.000	1.000
K4	0,447	1	2,236	0,333	1	1	0,577	1,732	2,236
K5	0,577	1,732	2,236	0,577	1,732	2,236	0,577	1,732	2,236
K6	0,577	1,732	2,236	1	3	5	0,577	1,732	2,236

Lanjutan Tabel.4

	K4			K5			K6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
K1	0,447	1	2,236	0,447	0,577	1,732	1	1	3
K2	1	1	3	0,447	0,577	1,732	0,2	0,333	1
K3	0,447	0,577	1,732	0,447	0,577	1,732	0,447	0,577	1,732
K4	1	1	1	1	1,732	3,873	1	3	5
K5	0,258	0,577	1	1	1	1	1	1	3
K6	0,2	0,333	1	0,333	1	1	1	1	1

Penentuan bobot kriteria untuk tiap kelompok responden dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\tilde{r}_1 = (\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in})^{1/n}$$

$$\begin{aligned} \tilde{r}_1 &= ((1 \times 0,447 \times 1 \times 0,447 \times 0,447 \times 1)^{1/6}; (1 \times 0,577 \times 1,732 \times 1 \times 0,577 \times 1)^{1/6}; \\ &\quad (1 \times 1,732 \times 3,873 \times 2,236 \times 1,732 \times 3)^{1/6}) \\ &= (0,67; 0,91; 2,07) \end{aligned}$$

Bobot tiap kriteria dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\tilde{w} = \tilde{r}_1 \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1}$$

$$\begin{aligned} \tilde{w}_1 &= (0,67; 0,91; 2,07) \times (1/(2,07+1,89+1,32+2,14+1,80+1,71); \\ &\quad 1/(0,91+0,91+0,63 +1,44+1,20+1,20); \\ &\quad 1/(0,67+0,61+0,43+0,66+0,61+0,53)) \\ &= (0,061; 0,145; 0,590) \end{aligned}$$

Proses defuzzifikasi dilakukan untuk mendapatkan nilai crisp dari bilangan fuzzy dengan menggunakan metode *Best Nonfuzzy Performance Value* (BNP). Nilai BNP bobot kriteria i \tilde{w}_i dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$BNPw_i = [(Uw_i - Lw_i) + (Mw_i - Lw_i)]/3 + Lw_i \quad \forall i$$

$$BNPw_1 = [(0,590 - 0,061) + (0,145 - 0,061)]/3 + 0,061 = 0,265$$

Hasil pembobotan terhadap kriteria dan sub kriteria dituliskan dalam tabel berikut ini.

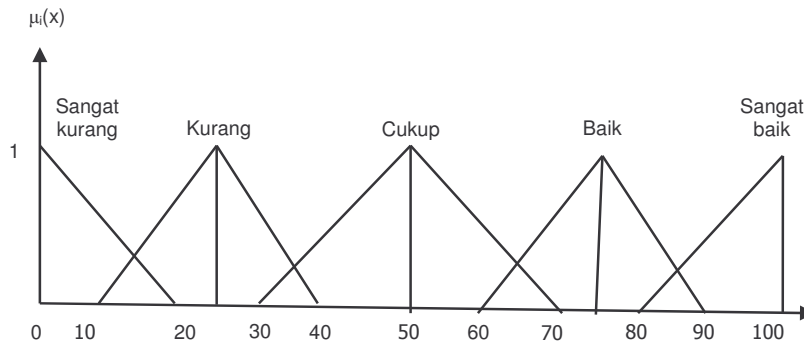
Tabel 5. Nilai Bobot Kriteria dan Sub Kriteria

Kriteria/sub kriteria	Bobot lokal			Bobot Keseluruhan			Defuzzy (BNP)
	a	b	c	a	b	c	
Kriteria-1	0.009	0.053	0.518				0.194
Sub Kriteria-1	0.124	0.221	0.753	0.0012	0.0117	0.3902	0.134
Sub Kriteria-2	0.135	0.319	0.819	0.0013	0.0168	0.4248	0.148
Sub Kriteria-3	0.147	0.460	0.892	0.0014	0.0243	0.4625	0.163
Kriteria-2	0.009	0.053	0.473				0.178
Sub Kriteria-4	0.095	0.162	0.573	0.0008	0.0085	0.2709	0.093
Sub Kriteria-5	0.130	0.365	0.830	0.0011	0.0193	0.3926	0.138
Sub Kriteria-6	0.116	0.342	0.771	0.0010	0.0181	0.3648	0.128
Sub Kriteria-7	0.050	0.131	0.379	0.0004	0.0069	0.1794	0.062
...
...
Kriteria-6	0.007	0.069	0.347				0.141
Sub Kriteria-22	0.23	0.48	1.09	0.0015	0.0326	0.3789	0.138
Sub Kriteria-23	0.16	0.36	0.79	0.0010	0.0250	0.2741	0.100
Sub Kriteria-24	0.07	0.16	0.35	0.0004	0.0110	0.1211	0.044

Berdasarkan tabel nilai pembobotan dapat ditentukan urutan ranking kriteria dan sub kriteria. Semakin besar nilai bobot yang diperoleh kriteria dan sub kriteria menunjukkan adanya pemberian prioritas terhadap kriteria tersebut berkaitan dengan penecahan problem keputusan. Berdasar tabel diatas, kriteria yang mendapat bobot tertinggi adalah kriteria-1, sedang yang mendapat bobot terendah adalah kriteria-6.

2.3. Pemilihan Alternatif Keputusan

Skala variabel linguistik ditunjukkan melalui fungsi keanggotaan segitiga (*triangular fuzzy number*). Tiap-tiap responden memiliki skala fuzzy number yang berbeda-beda dengan rentang nilai dari 0 sampai 100. Penilaian bobot preferensi k responden terhadap level skala linguistik performansi alternatif salah satunya ditunjukkan dalam gambar fungsi keanggotaan segitiga sebagai berikut :



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Variabel Linguistik untuk Pengukuran Nilai Performansi Alternatif.

Hasil penilaian enam responden dalam skala variabel linguistik didasarkan pada sub kriteria terhadap pilihan alternatif. Dalam tabel dibawah hanya ditulis salah satu pilihan alternatif yaitu alternatif-1 (A1).

Tabel 6. Penilaian Performansi Alternatif dalam Skala Linguistik.

SK	Alternatif (A1)					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
SK1	B	C	B	C	C	C
SK2	B	K	C	B	K	B
SK3	B	SB	K	SB	SB	SB
SK4	B	K	SK	B	B	C
SK5	C	SB	SB	B	SB	SB
....
...
SK24	C	C	SB	SB	B	SB

Penentuan nilai rata-rata fuzzy performance seluruh responden dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\tilde{E}_{ij} = (1/m) \otimes (\tilde{E}_{ij}^1 \oplus \tilde{E}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{E}_{ij}^m)$$

$$\begin{aligned} \tilde{E}_{11} &= ((68+38+60+40+38+38)/6, (75+50+75+55+50+50)/6, (82+62+90+70+62+62)/6) \\ &= (47,0; 59,2; 71,3) \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dengan nilai performansi alternatif diperoleh nilai rata-rata fuzzy performance alternatif sebagai berikut.

Tabel 7. Nilai Rata-rata Fuzzy Performance Alternatif.

SK	A-1			A-2			A-3		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
SK1	47.0	59.2	71.3	32.5	41.7	54.3	59.3	70.8	80.2
SK2	45.2	54.2	63.2	34.7	45.8	54.7	21.8	29.2	42.5
SK3	71.5	83.3	86.7	42.8	50.0	62.7	68.3	79.2	85.7
SK4	42.7	50.0	59.5	23.8	33.3	43.2	47.8	59.2	70.5
SK5	76.5	87.5	90.3	60.3	70.8	81.3	75.3	87.5	93.2

. Penentuan nilai fuzzy synthetic decision dilakukan dengan perkalian antara nilai fuzzy performance \tilde{E} dengan nilai bobot keseluruhan (overall weight) \tilde{w} dengan persamaan berikut :

$$\tilde{R}_i = \left(\sum_{j=1}^{24} LE_{1,j} xLw_j, \sum_{j=1}^{24} ME_{1,j} xMw_j, \sum_{j=1}^{24} UE_{1,j} xUw_j \right)$$

$$\tilde{R}_1 = ((47.0 \times 0.0012 + 45.2 \times 0.0013 + \dots + 65.5 \times 0.0004), (59.2 \times 0.0117 + 54.2 \times 0.0168 + \dots + 75.0 \times 0.0110), (71.3 \times 0.3902 + 63.2 \times 0.4248 + \dots + 82.2 \times 0.1211))$$

$$= (1.074; 22,949; 503,776)$$

Penentuan bilangan crisp dilakukan dengan defuzifikasi dari bilangan fuzzy dengan metode *Best Nonfuzzy Performance Value (BNP)* sebagaimana yang diusulkan oleh Hsieh (2003) dengan persamaan sebagai berikut :

$$BNP_i = [(UR_i - LR_i) + (MR_i - LR_i)]/3 + LR_i \forall i$$

$$BNP_1 = [(503,776 - 1.074) + (22,949 - 1.074)]/3 + 1.074 = 175,93$$

Berikut nilai fuzzy synthetic decision, nilai defuzzy dan ranking pilihan alternatif sebagaimana ditunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel 8. Nilai Fuzzy Synthetic Decision Alternatif

Alternatif	Fuzzy synthetic decision	Defuzzy	Ranking
A - 1	(1.074; 22.949; 503,776)	175,93	1
A - 2	(0,999; 22.132; 490,870)	171,33	3
A - 3	(1.007; 21.876; 499,592)	174,14	2

Berdasarkan perhitungan dengan fuzzy synthetic decision diperoleh pilihan alternatif dengan urutan ranking sebagai berikut : nilai ranking tertinggi adalah alternatif-1 dengan bobot 175,93, kedua alternatif-3 dengan bobot 174,14 sedang alternatif-2 mempunyai bobot terendah yaitu 171,33. Dari perolehan urutan ranking tersebut decision maker menetapkan untuk memilih alternatif-1 sebagai pilihan terbaik karena mempunyai bobot ranking tertinggi.

4. Kesimpulan

Model keputusan *multi criteria decision analisis* dapat digunakan untuk memecahkan persoalan keputusan yang terdiri beberapa pilihan alternatif. Sedangkan *fuzzy set theory* digunakan untuk memecahkan persoalan keputusan yang subyektif, struktur informasi yang tidak pasti (*uncertainty*) dan adanya ambiguitas dari sipengambil keputusan. Mekanisme perolehan pilihan terbaik dengan meranking urutan alternatif berdasarkan besarnya bobot yang diperoleh.Perhitungan nilai performansi dalam penentuan pilihan alternatif dengan *fuzzy synthetic decision* diperoleh alternatif-1 menempati ranking tertinggi dibanding alternatif lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] Buckley J.J., (1985), *Ranking Alternatifs Using Fuzzy Numbers, Fuzzy Sets and Systems*, 15:21-31, North-Holland.
- [2] Hsieh, Lu, and Tzeng, (2004), *Fuzzy MCDM Approach for Planning and Design Tenders Selection in Public Office Buildings*, *International Journal of Project Management*, Elsevier.
- [3] Moon J.H., and Kang C.S., (2004), *Application of Fuzzy Decision Making Method to The Evaluation of Spent Fuel Storage Options*, *Department of Nuclear Engineering, Seoul National University, Korea*, http://plaza.snu.ac.kr/~cskang/BK21_1.htm. 11/12/2004.
- [4] Tabucanon, M.T., (1998), *Multiple Kriteria Decision Making in Industry*, Elsevier Science Publiser B.V., Netherlands.