

FUZZY MULTI-CRITERIA DECISION MAKING

Sri Kusumadewi, Idham Guswaludin

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

Jl. Kaliurang Km. 14 Yogyakarta 55501

Telp. (0274) 895287 ext. 122, Faks. (0274) 895007 ext. 148

E-mail: cicie@fti.uii.ac.id

ABSTRAK

Konsep Sistem Pendukung Keputusan (Decision Support System) merupakan salah satu cabang kecerdasan buatan (artificial intelligence) yang banyak digunakan. Terdapat banyak metode yang dapat digunakan oleh pengambil keputusan untuk membantu menemukan solusi atau alternatif yang optimum untuk sebuah masalah. Salah satu metode tersebut adalah Fuzzy Multi-Criteria Decision Making (FMCDM). Metode ini akan membantu pengambil keputusan pada situasi dimana terdapat banyak alternatif keputusan dengan beberapa kriteria. Tulisan ini akan mengaplikasikan metode FMCDM untuk menentukan lokasi pemancar televisi di Yogyakarta pada tiga alternatif lokasi dan lima kriteria.

Kata kunci: Artificial intelligence, FMCDM, pemancar televisi

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang Masalah

Konsep program bantu pengambilan keputusan (*Decision Support System*) saat ini berkembang dengan pesat. Banyak metode yang digunakan untuk membantu dalam mengambil keputusan khususnya yang berdasarkan beberapa alternatif. Pengambil keputusan harus mempertimbangkan alternatif yang menjadi faktor yang mendukung keberhasilan pengambilan keputusan sehingga menghasilkan keputusan yang optimal.

Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode *Fuzzy Multi-Criteria Decision Making (FMCDM)*. Metode ini dikembangkan untuk membantu pengambil keputusan dalam melakukan pengambilan keputusan terhadap beberapa alternatif keputusan untuk mendapatkan suatu keputusan yang akurat dan optimal. Logika fuzzy adalah salah satu cabang dari AI (*Artificial Intelligence*). Logika fuzzy merupakan modifikasi dari teori himpunan dimana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bernilai kontinu antara 0 sampai 1. Sejak ditemukan pertama kali oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965, logika fuzzy telah digunakan pada lingkup domain permasalahan yang cukup luas, seperti kendali proses, klasifikasi dan pencocokan pola, manajemen dan pengambil keputusan, riset operasi, ekonomi dan lain lain. Sejak tahun 1985, terjadi perkembangan yang sangat pesat pada logika fuzzy, terutama dalam hubungan

yang bersifat *non-linear, ill-defined, time-varying* dan situasi-situasi yang sangat kompleks.

Fuzzy multi-criteria decision making adalah salah satu metode yang bisa membantu pengambil keputusan dalam melakukan pengambilan keputusan terhadap beberapa alternatif keputusan yang harus diambil dengan beberapa kriteria yang akan menjadi bahan pertimbangan. Dalam kaitannya dengan pengambilan keputusan dari beberapa alternatif dengan banyak kriteria, serta informasi yang diberikan bersifat kualitatif, maka pada penelitian ini akan dicoba untuk menggunakan metode *fuzzy multi-criteria decision making*.

1.2 Rumusan Masalah

"Bagaimana membuat program untuk membantu dalam pengambilan keputusan yang optimal dengan beberapa kriteria menggunakan *fuzzy multi-criteria decision making*".

1.3 Batasan Masalah

- Metode yang digunakan adalah *fuzzy multi-criteria decision making*.
- Fungsi keanggotaan dari bilangan fuzzy menggunakan fungsi segitiga (*triangular fuzzy number*).
- Jumlah himpunan fuzzy kepentingan dan kecocokan maksimal 10 himpunan.
- Jumlah alternatif dan kriteria yang digunakan maksimal 40.

1.4 Tujuan Penelitian

Ada pun tujuan penelitian dari penulisan tugas akhir ini adalah membantu dalam pengambilan keputusan, menggunakan metode *fuzzy multi-criteria decision making* (FMCDM).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk merancang dan merealisasikan perangkat lunak, yaitu membuat program yang mampu menganalisa masukan-masukan berupa kriteria-kriteria permasalahan yang menjadi pendukung suatu keputusan yang akan diambil, sehingga *software* yang dirancang mampu memberikan alternatif keputusan yang terbaik.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah metode yang digunakan untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian. Metode ini meliputi : studi pustaka, yaitu pengumpulan data dengan cara melakukan studi, analisis dan dokumentasi literatur, dan sumber catatan lain yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas.

2.2 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem disusun berdasarkan hasil dari data yang sudah diperoleh. Metode ini meliputi:

1. Analisis data
Analisis ini dilakukan untuk mengolah data yang sudah didapat dan mengelompokkan data sesuai dengan kebutuhan perancangan.
2. Desain
Tahap ini merupakan tahap perancangan sistem, yaitu mendefinisikan kebutuhan yang ada, menggambarkan bagaimana sistem dibentuk dan persiapan untuk rancang bangun aplikasi.
3. Pengkodean
Tahap ini adalah penerjemahan rancangan dalam tahap desain ke dalam bahasa pemrograman komputer yang telah ditentukan sebelumnya.
4. Pengujian
Setelah aplikasi selesai dibuat, maka pada tahap ini merupakan uji coba terhadap program tersebut. Sehingga analisis hasil implementasi yang di dapat dari sistem disesuaikan dengan kebutuhan sistem tersebut. Jika penerapan sistem sudah berjalan dengan lancar, maka sistem dapat di implementasikan untuk membantu dalam pengambilan keputusan.

3. PENGERTIAN LOGIKA FUZZY

Kata Fuzzy merupakan kata sifat yang berarti kabur, tidak jelas. *Fuzziness* atau kekaburan atau ketidakjelasan atau ketidakpastian selalu meliputi keseharian manusia. Orang yang belum pernah mengenal logika fuzzy pasti akan mengira bahwa logika fuzzy adalah sesuatu yang rumit dan tidak menyenangkan. Namun, sekali seseorang mulai mengenalnya, pasti akan tertarik untuk ikut mempelajari logika fuzzy. Logika fuzzy dikatakan sebagai logika baru yang lama, sebab ilmu tentang logika fuzzy modern dan metodis baru ditemukan beberapa tahun yang lalu, padahal sebenarnya konsep tentang logika fuzzy itu sendiri sudah ada sejak lama (Kusumadewi, 2002).

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan ruang input kedalam suatu ruang output (Kusumadewi, 2003). Konsep ini diperkenalkan dan dipublikasikan pertama kali oleh Lotfi A. Zadeh, seorang profesor dari University of California di Berkeley pada tahun 1965. Logika fuzzy menggunakan ungkapan bahasa untuk menggambarkan nilai variabel. Logika fuzzy bekerja dengan menggunakan derajat keanggotaan dari sebuah nilai yang kemudian digunakan untuk menentukan hasil yang ingin dihasilkan berdasarkan atas spesifikasi yang telah ditentukan. Telah disebutkan sebelumnya bahwa logika fuzzy memetakan ruang input ke ruang output. Antara input dan output ada suatu kotak hitam yang harus memetakan input ke output yang sesuai. Alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy, yaitu (Kusumadewi, 2003):

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 nonlinier 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.

3.1 Himpunan Fuzzy

Himpunan tegas (*crisp*) A didefinisikan oleh item-item yang ada pada himpunan itu. Jika $a \in A$, maka nilai yang berhubungan dengan a adalah 1. namun jika $a \notin A$, maka nilai yang berhubungan dengan a adalah 0. notasi $A = \{x | P(x)\}$ menunjukkan bahwa A berisi item x dengan $P(x)$ benar. Jika χ_A merupakan fungsi karakteristik A dan properti P , maka dapat dikatakan bahwa $P(x)$ benar, jika dan hanya jika $\chi_A(x)=1$ (Kusumadewi, 2003).

Himpunan Fuzzy didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sedemikian hingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan real pada interval $[0,1]$. Nilai keanggotaannya menunjukkan bahwa suatu item dalam semesta pembicaraan tidak hanya berada pada 0 atau 1, namun juga nilai yang terletak diantaranya. Dengan kata lain, nilai kebenaran suatu item tidak hanya benar atau salah. Nilai 0 menunjukkan salah, nilai 1 menunjukkan benar, dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah. Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu (Kusumadewi, 2003):

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami.
- b. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu:

- a. Variabel Fuzzy
Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy.
- b. Himpunan Fuzzy
Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel.
- c. Semesta Pembicaraan
Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.
- d. Domain

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

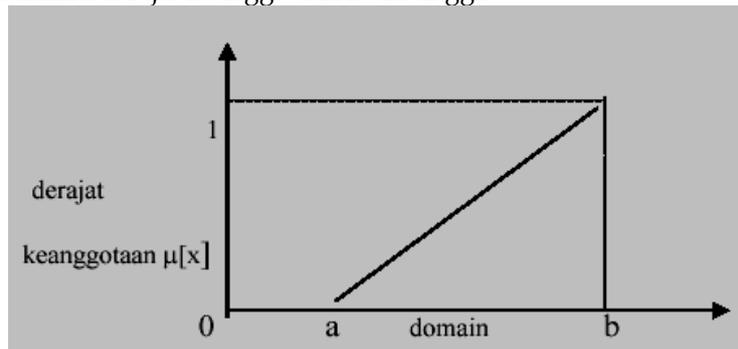
3.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan.

a. Representasi Linier

Pada representasi linier, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai garis lurus. Ada 2 keadaan himpunan fuzzy yang linier.

1. Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

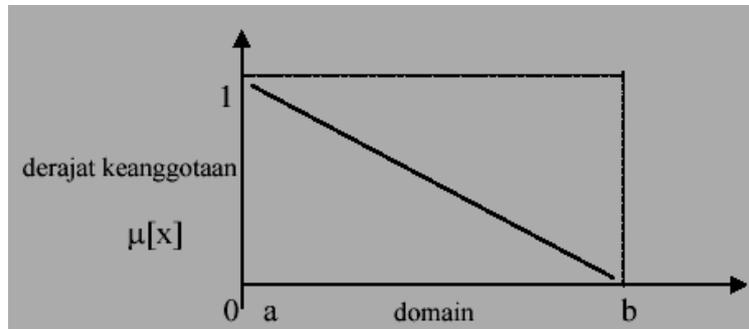


Gambar 1. Representasi Linier Naik

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 1 & x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

2. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



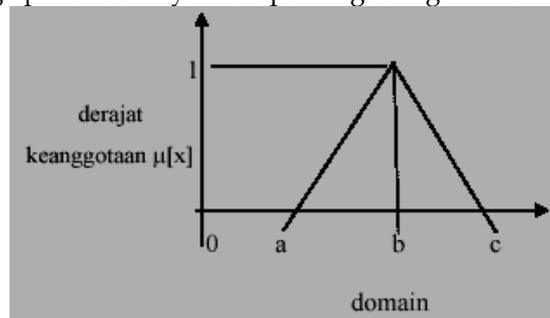
Gambar 2. Representasi Linier Turun

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} (b-x)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

b. Representasi Kurva Segitiga

Kurva Segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier).



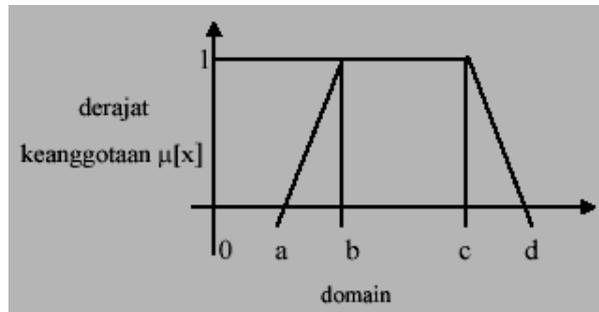
Gambar 3. Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (b-a)/(x-a); & a \leq x \leq b \\ (b-x)/(c-b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (3)$$

c. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti kurva segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



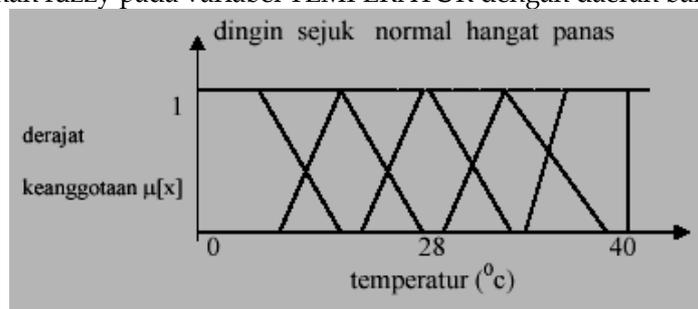
Gambar 4. Kurva Trapesium

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a) / (b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d - x) / (d - c) & x \geq d \end{cases} \quad (4)$$

d. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun. Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan. Himpunan fuzzy 'bahu', bukan segitiga, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah fuzzy. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar. Sebagai contoh, himpunan fuzzy pada variabel TEMPERATUR dengan daerah bahunya.



Gambar 5. Kurva Bentuk Bahu

3.3 Operator dasar Zadeh

Seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama fire strength atau a-predikat. Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu:

a. Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. a-predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan

mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad (5)$$

b. Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. a- predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad (6)$$

c. Operator NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. a-predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangkan nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x] \quad (7)$$

4. FUZZY MULTI CRITERIA DECISION MAKING

Pada Metode *Fuzzy Decision Making* (FDM), ada 3 langkah penting yang harus dikerjakan, yaitu: representasi masalah, evaluasi himpunan fuzzy pada setiap alternatif keputusan dan melakukan seleksi terhadap alternatif yang optimal (Kusumadewi, 2003).

4.1 Representasi masalah

Pada bagian, ada 3 aktivitas yang harus dilakukan, yaitu:

- a. Identifikasi tujuan dan kumpulan alternatif keputusannya;
Tujuan keputusan dapat direpresentasikan dengan menggunakan bahasa alami atau nilai numeris sesuai dengan karakteristik dari masalah tersebut. Jika ada n alternatif keputusan dari suatu masalah, maka alternatif-alternatif tersebut dapat ditulis sebagai $A = \{A_i \mid i=1,2, \dots, n\}$.
- b. Identifikasi kumpulan kriteria;
Jika ada k kriteria, maka dapat dituliskan $C = \{C_t \mid t = 1,2, \dots, k\}$.
- c. Membangun stuktur hirarki dari masalah tersebut berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tertentu.

4.2 Evaluasi himpunan fuzzy

Pada bagian ini, ada 3 aktivitas yang harus dilakukan, yaitu:

- a. Memilih himpunan rating untuk bobot-bobot kriteria dan derajat kecocokan setiap alternatif dengan kriterianya;
Secara umum, himpunan-himpunan rating terdiri-atas 3 elemen, yaitu: variabel linguistik (x) yang merepresentasikan bobot kriteria dan derajat kecocokan setiap alternatif dengan kriterianya; $T(x)$ yang merepresentasikan rating dari variabel linguistik; dan fungsi keanggotaan yang berhubungan dengan setiap elemen dari $T(x)$. Misal, rating untuk bobot pada Variabel Penting untuk suatu kriteria didefinisikan sebagai: $T(\text{penting}) = \{\text{SANGAT RENDAH, RENDAH, CUKUP, TINGGI, SANGAT TINGGI}\}$. Sesudah himpunan rating ini ditentukan, maka kita harus menentukan fungsi keanggotaan untuk setiap rating. Biasanya digunakan fungsi segitiga. Misal, W_t adalah bobot untuk kriteria C_t ; dan S_{it} adalah rating fuzzy untuk derajat kecocokan alternatif keputusan A_i dengan kriteria C_t ; dan F_i adalah indeks kecocokan fuzzy dari alternatif A_i yang merepresentasikan derajat kecocokan alternatif keputusan dengan kriteria keputusan yang diperoleh dari hasil agregasi S_{it} dan W_t .
- b. Mengevaluasi bobot-bobot kriteria dan derajat kecocokan setiap alternatif dengan kriterianya.

- c. Mengagregasikan bobot-bobot kriteria dan derajat kecocokan setiap alternatif dengan kriterianya.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk melakukan agregasi terhadap hasil keputusan para pengambil keputusan, antara lain: mean, median, max, min, dan operator campuran. Dari beberapa metode tersebut, metode mean yang paling banyak digunakan. Operator \oplus dan \otimes adalah operator yang digunakan untuk penjumlahan dan perkalian fuzzy. Dengan menggunakan operator mean, F_i dirumuskan sebagai:

$$F_i = \left(\frac{1}{k}\right) \left[(S_{i1} \otimes W_1) \oplus (S_{i2} \otimes W_2) \oplus \dots \oplus (S_{ik} \otimes W_k) \right] \quad (8)$$

Dengan cara mensubstitusikan S_{it} dan W_t dengan bilangan fuzzy segitiga, yaitu $S_{it} = (o_{it}, p_{it}, q_{it})$; dan $W_t = (a_t, b_t, c_t)$; maka F_i dapat didekati sebagai:

$$F_i \cong (Y_i, Q_i, Z_i) \quad (9)$$

dengan:

$$Y_i = \left(\frac{1}{k}\right) \sum_{t=1}^k (o_{it}, a_i) \quad (10)$$

$$Q_i = \left(\frac{1}{k}\right) \sum_{t=1}^k (p_{it}, b_i) \quad (11)$$

$$Z_i = \left(\frac{1}{k}\right) \sum_{t=1}^k (q_{it}, c_i) \quad (12)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n.$$

4.3 Seleksi alternatif yang optimal

Pada bagian ini, ada 2 aktivitas yang dilakukan, yaitu:

- a. Memprioritaskan alternatif keputusan berdasarkan hasil agregasi;
Prioritas dari hasil agregasi dibutuhkan dalam rangka proses perankingan alternatif keputusan. Karena hasil agregasi ini direpresentasikan dengan menggunakan bilangan fuzzy segitiga, maka dibutuhkan metode perankingan untuk bilangan fuzzy segitiga. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode nilai total integral. Misalkan F adalah bilangan fuzzy segitiga, $F = (a, b, c)$, maka nilai total integral dapat dirumuskan sebagai berikut:

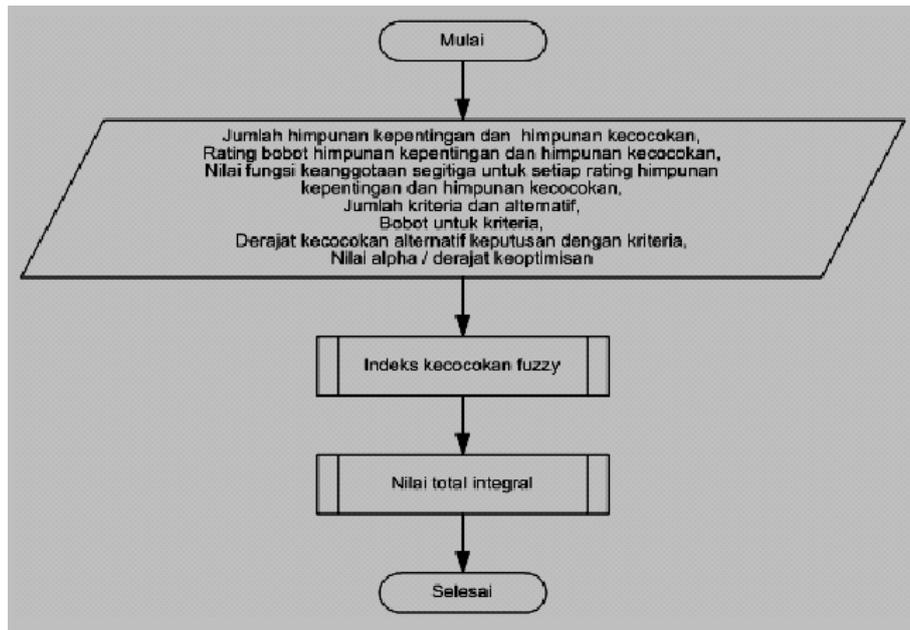
$$I_T^\alpha(F) = \left(\frac{1}{2}\right) (\alpha c + b + (1 - \alpha)a) \quad (13)$$

Nilai α adalah indeks keoptimisan yang merepresentasikan derajat keoptimisan bagi pengambil keputusan ($0 \leq \alpha \leq 1$). Apabila nilai α semakin besar mengindikasikan bahwa derajat keoptimisannya semakin besar.

- b. Memilih alternatif keputusan dengan prioritas tertinggi sebagai alternatif yang optimal. Semakin besar nilai F_i berarti kecocokan terbesar dari alternatif

keputusan untuk kriteria keputusan, dan nilai inilah yang akan menjadi tujuannya.

2. DIAGRAM ALIR SISTEM



Gambar 6. Diagram alir sistem

Dari diagram alir di atas, terdapat penginputan jumlah himpunan kepentingan dan himpunan kecocokan, penginputan rating bobot himpunan kepentingan dan himpunan kecocokan berupa variabel linguistik dan penginputan nilai fungsi keanggotaan segitiga untuk setiap rating himpunan kepentingan dan himpunan kecocokan. Selain itu, terdapat penginputan jumlah kriteria dan jumlah alternatif serta input derajat kecocokan alternatif keputusan dengan kriteria yang berupa variabel linguistik dan nilai alpha atau derajat keoptimisan. Kemudian dilakukan proses pengambilan keputusan dengan metode *fuzzy multi-criteria decision making* untuk penghitungan indeks kecocokan fuzzy dan skala prioritas alternatif keputusan berdasarkan nilai total integral dengan prioritas tertinggi sebagai alternatif yang optimal.

5. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Diberikan sebuah kasus untuk menguji sistem tersebut sebagai berikut : Suatu stasiun televisi di Yogyakarta ingin menempatkan pemancarnya pada suatu lokasi. Ada 3 lokasi yang akan menjadi alternatif, yaitu: S1 = Kota Baru, S2 = Kaliurang, dan S3 = Piyungan. Ada 5 atribut (kriteria) pengambilan keputusan, yaitu: C1 = ketinggian lokasi, C2 = ketidakpadatan bangunan di sekitar lokasi; C3

= kedekatan dari pusat kota; C4 = kondisi keamanan lokasi; C5 = kedekatan dengan pemancar lain yang sudah ada.

Langkah 1: Representasi masalah

- a. Tujuan keputusan ini adalah mencari lokasi terbaik untuk menempatkan pemancar televisi berdasarkan kriteria-kriteria tertentu. Ada 3 alternatif lokasi yang diberikan adalah $A = \{A1, A2, A3\}$, dengan A1 = Kota Baru, A2 = Kaliurang, A3 = Piyungan.
- b. Ada 5 kriteria keputusan yang diberikan, yaitu: $C = \{C1, C2, C3, C4, C5\}$

Formulir Input Kriteria dan Alternatif

Nomor Keputusan:

Input Kriteria: Jumlah Kriteria:

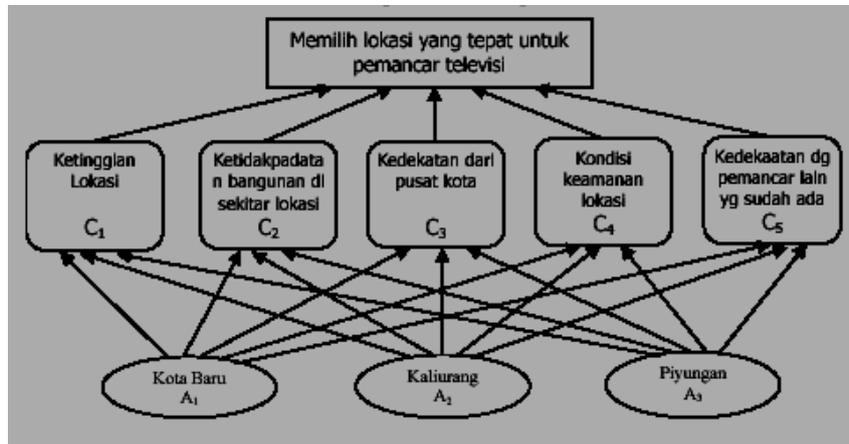
No.	Kode	Definisi
1	C1	Ketepatan lokasi
2	C2	Kedekatan dengan bangunan di sekitar lokasi
3	C3	Kedekatan dari pusat kota
4	C4	Kondisi keamanan lokasi
5	C5	Kedekatan dengan pemancar lain yang sudah ada

Input Alternatif: Jumlah Alternatif:

No.	Kode	Definisi
1	A1	Kota Baru
2	A2	Kaliurang
3	A3	Piyungan

Gambar 7. Input kriteria dan alternatif

Struktur hirarki masalah tersebut seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Struktur hirarki kasus

Langkah 2: Evaluasi himpunan fuzzy dari alternatif-alternatif keputusan:

- Variabel-variabel linguistik yang merepresentasikan bobot kepentingan untuk setiap kriteria, adalah: $T(\text{kepentingan}) W = \{SR, R, C, T, ST\}$ dengan SR = Sangat Rendah; R = Rendah; C = Cukup; T = Tinggi; ST = Sangat Tinggi. Sedangkan derajat kecocokan alternatif-alternatif dengan kriteria keputusan adalah: $T(\text{kecocokan}) S = \{SK, K, C, B, SB\}$, dengan SK = Sangat Kurang; K Kurang; C = Cukup; B = Baik; dan SB = Sangat Baik. Fungsi keanggotaan untuk setiap elemen direpresentasikan dengan menggunakan bilangan fuzzy segitiga sebagai berikut:
 - $SR = SK = (0, 0, 0.25)$
 - $R = K = (0, 0.25, 0.5)$
 - $C = K = (0.25, 0.5, 0.75)$
 - $T = B = (0.5, 0.75, 1)$
 - $ST = SB = (0.75, 1, 1)$
- Rating untuk setiap kriteria keputusan yang diberikan oleh pengambil keputusan seperti terlihat pada tabel 1. Sedangkan derajat kecocokan kriteria keputusan dan alternatif seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 1. Rating Kepentingan untuk setiap Kriteria

Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5
Rating Kepentingan	ST	T	C	R	T

Tabel 2. Rating Kecocokan tiap alternatif terhadap tiap kriteria

Alternatif	Rating Kecocokan				
	C1	C2	C3	C4	C5
A1	SK	K	SB	SB	C
A2	SB	B	C	B	SK
A3	B	SB	K	B	B

- c. Dengan mensubstitusikan bilangan fuzzy segitiga ke setiap variabel linguistik ke dalam persamaan (8) sampai persamaan (12), diperoleh nilai kecocokan fuzzy seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Indeks kecocokan untuk tiap alternatif

Alternatif	Rating Kecocokan					Indeks kecocokan fuzzy
	C1	C2	C3	C4	C5	
A1	SK	K	SB	SB	C	0,0625; 0,2625; 0,5500
A2	SB	B	C	B	SK	0,1750; 0,4000; 0,6625
A3	B	SB	K	B	B	0,2000; 0,4750; 0,7750

Langkah 3: Menyeleksi alternatif yang optimal:

- a. Dengan mensubstitusikan indeks kecocokan fuzzy pada tabel 3. ke persamaan (13) dan dengan mengambil derajat keoptimisan (α) = 0 (tidak optimis), $\alpha = 0,5$ dan $\alpha = 1$ (sangat optimis), maka akan diperoleh nilai total integral seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Total integral tiap alternatif

Alternatif	Nilai total integral		
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 1$
A1	0,1625	0,2844	0,4063
A2	0,2875	0,4094	0,5313
A3	0,3375	0,4813	0,6250

- b. Dari Tabel 4 terlihat bahwa A3 memiliki nilai total integral terbesar berapapun derajat keoptimisannya, sehingga lokasi Piyungan akan terpilih sebagai lokasi optimal untuk penempatan pemancar.

Input Rating Kepentingan					
Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5
Rating Kepentingan	ST	T	C	R	T

Input Rating Kecocokan					
Rating Kecocokan					
Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5
A1	SB	K	SB	SB	C
A2	SB	B	C	B	SB
A3	B	SB	K	B	B

Kedua tabel di atas menunjukkan input data untuk proses pengambilan keputusan. Di bawah tabel kedua, terdapat tombol "Proses" dan teks: "Kedua tabel di atas mempunyai nilai total integral terbesar sehingga alternatif tersebut akan dipilih sebagai alternatif terbaik."

Alternatif	Indeks Kecocokan Fuzzy			Nilai Total Integral
	Y	Q	Z	
A3	0.2000	0.4750	0.7750	0.4813
A2	0.1750	0.4000	0.6625	0.4094
A1	0.0625	0.3625	0.5900	0.2844

Di bagian bawah tabel hasil, terdapat kontrol "Detail Keoptimalan" dengan nilai "0.5" dan "Alpha = 0.5".

Gambar 9. Proses pengambilan keputusan

6. KESIMPULAN

Dari pembuatan sistem pengambilan keputusan yang optimal dengan beberapa kriteria menggunakan *fuzzy multi-criteria decision making* dapat disimpulkan bahwa:

1. Perangkat lunak yang telah dibuat dapat digunakan untuk menyelesaikan pengambilan keputusan terhadap beberapa alternatif keputusan yang harus diambil dengan beberapa kriteria yang akan menjadi bahan pertimbangan dengan menggunakan *fuzzy multi-criteria decision making* untuk mendapatkan alternatif keputusan dengan prioritas tertinggi sebagai alternatif yang optimal.
2. Perangkat lunak yang telah dibuat dapat digunakan untuk menyelesaikan pengambilan keputusan untuk mencari lokasi pemancar televisi yang optimal berdasarkan kriteria-kriteria tertentu.

PUSTAKA

- Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence: Teknik dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Setiawan, S. (1994). *Artificial Intelligence*. Yogyakarta.