

# SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN LOKASI MENARA BASE TRANSCEIVER STATION (BTS) DENGAN METODE FUZZY MULTIPLE ATTRIBUTE DECISION MAKING (FMADM)

David Andica P. Sinaga<sup>1\*</sup>, Edy Budiman<sup>2</sup>, Rofilde Hasudungan<sup>3</sup>

Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Mulawarman  
Kampus Gunung Kelua Barong Tongkok No.6, Samarinda  
E-Mail : dnaga19@rocketmail.com, edybudiman.unmul@gmail.com, rofilde@gmail.com

## ABSTRAK

Menara Base Transceiver Station (BTS) merupakan sarana penting dalam sistem telekomunikasi modern. Penentuan lokasi BTS pada suatu wilayah tertentu sampai saat ini menjadi permasalahan klasik bagi suatu operator seluler. Salah satu cara yang dapat diusulkan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah melalui metode fuzzy. Penelitian ini mengaplikasikan Fuzzy Multi Attribute Decision Making (MADM) untuk menentukan lokasi optimal pembangunan BTS. Metode Fuzzy MADM yang digunakan merupakan metode yang telah dikembangkan oleh Moon Hyun Joo dan Chang Sun Kang. Perancangan sistem pendukung keputusan ini menggunakan kriteria-kriteria antara lain kepadatan penduduk yang ada, biaya instalasi menara, keterjangkauan lokasi dan jarak lokasi. Dari kriteria-kriteria tersebut dan dengan alternatif pilihan lokasi yang telah ditentukan sebelumnya akan diproses dan memperoleh satu lokasi alternatif yang optimum. Sistem ini mempunyai kemampuan menampung input kriteria yang diinginkan dari pengguna, alternatif lokasi dan pada akhirnya mampu memberikan tampilan visual berupa himpunan solusi terbaik dari beberapa alternatif yang diberikan menggunakan metode perangkungan Nilai Total Integral. Dari dua kasus pemilihan bupati yang diujikan ternyata hasil perangkungan tidak selalu sama tergantung dari tingkat keoptimisan ( $\alpha$ ) yang dipakai.

**Kata Kunci:** Sistem Pendukung Keputusan (SPK), *Fuzzy Multi Attribute Decision Making (FMADM)*, Menara Base Transceiver Station (BTS)

## 1. PENDAHULUAN

Bisnis dibidang telekomunikasi selular merupakan salah satu bisnis yang menjanjikan saat ini. Banyak sekali bermunculan operator-operator selular yang memberikan berbagai macam layanan. Upaya operator-operator selular dalam menarik pelanggan semakin meningkat tiap tahun. Upaya yang sering dilakukan adalah mendirikan perangkat-perangkat telekomunikasi seperti menara Base Transceiver Station (BTS) di titik-titik yang dianggap strategis.

BTS merupakan infrastruktur yang menjadi aspek penting dalam sistem komunikasi selular. BTS berfungsi sebagai pemancar sinyal yang dapat ditangkap oleh telepon selular pada suatu area. Untuk meningkatkan layanan tersebut maka penentuan posisi dari sebuah menara BTS tersebut haruslah tepat sehingga mampu memaksimalkan daya cakup wilayah dan trafik layanannya. Selain dari segi layanannya, penentuan lokasi menara BTS pula haruslah tepat dari segi bisnis dikarenakan biaya instalasi yang mahal dan tidak semua titik memiliki nilai strategis yang baik. Apabila perencanaan buruk maka, menara BTS yang dibangun tidak akan memberikan profit yang menguntungkan bahkan merugikan operator tersebut.

Dalam tahapan pengembangan sistem yang dirancang untuk membantu dalam pengambilan keputusan mengenai posisi pembagunan menara BTS tepat, terdapat beberapa nilai ketidakpastian yang muncul seperti tingkat kepadatan penduduk pada suatu titik lokasi. Nilai ketidakpastian tersebut yang menjadi titik perhatian pengembangan sistem. Untuk memproses nilai-nilai yang tidak pasti tersebut maka sistem melakukan pengambilan keputusan dari hasil pendekatan dengan Fuzzy Multiple Attribute Decision Making (Fuzzy-MADM) dimana nilai dari kriteria-kriteria yang menjadi faktor dalam pengambilan keputusan di ubah menjadi suatu bilangan fuzzy sehingga nilai yang ada dapat diproses dengan lebih akurat hasilnya. Fuzzy-MADM dianggap mampu memberikan nilai probabilitas kesuksesan terhadap titik dengan akurat dan dapat di pertanggung jawabkan. Bilangan fuzzy digunakan untuk merepresentasikan penilaian terhadap berbagai kriteria dan besar kemungkinan dari berbagai tingkat kesuksesan suatu lokasi menara BTS.

Dalam problem multiple attribute decision making, pengambil keputusan menilai sekumpulan alternatif keputusan berdasarkan sekumpulan kriteria. Apabila data-data atau informasi yang diberikan maupun data tentang atribut suatu alternatif tidak dapat disajikan dengan lengkap,

mengandung ketidakpastian atau ketidak konsistenan, maka metode biasa tidak dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini. Masalah ketidaktepatan dan ketidakpastian bisa disebabkan oleh beberapa hal, seperti: informasi yang tidak dapat dihitung, informasi yang tidak lengkap, informasi yang tidak jelas, pengabaian parsial. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka penggunaan metoda fuzzy mulai banyak dilakukan dan terbukti memiliki kinerja yang baik (Hamdani, H Haviluddin, MS Abdillah, 2011).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Menurut Sprague (1982) sejarah konsep sistem pendukung keputusan pertama kali diperkenalkan pada awal tahun 1970-an oleh Michael S. Scott Morton dengan istilah Management Decision System (Tampubolon, 2010). Sistem tersebut merupakan system yang berbasis komputer yang bertujuan untuk membantu pengambilan keputusan dengan memanfaatkan data dan model yang ada.

Secara sederhana SPK adalah sebuah sistem yang digunakan sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan dalam menyelesaikan suatu masalah yang membantu pengambilan keputusan seorang pengambil. Sistem tersebut tidak menggantikan kapasitas seorang pembuat keputusan sebagai pengambil keputusan akhir tetapi memberikan sebuah pertimbangan pada seorang pembuat keputusan

### 2.2 Tujuan Sistem Pendukung Keputusan

Tujuan dari Sistem Pendukung Keputusan adalah sebagai berikut (Bahtiar dkk,2012) antara lain (a). Membantu manager dalam pengambilan keputusan atas masalah semi terstruktur, (b) Mendukung penilaian manajer bukan untuk mencoba untuk menggantikannya, dan (c) Meningkatkan efektivitas keputusan yang diambil manager lebih dari pada efisiensinya.

### 2.3 Langkah – langkah pemodelan SPK

*Decision Support System* (Sistem Pendukung Keputusan) yang dalam proses menghasilkan keputusan yang baik ada beberapa tahapan proses yang harus dilalui oleh sistem dalam pengambilan keputusan. Proses pengambilan keputusan melalui beberapa tahap sebagai berikut

#### a. Tahap Studi Kelayakan (*Intelligence*)

Pada langkah ini, sasaran ditentukan dan dilakukan pencarian prosedur, pengumpulan data, identifikasi masalah, identifikasi kepemilikan masalah, hingga akhirnya terbentuk sebuah pernyataan masalah.

#### b. Tahap Perancangan (*Design*)

Memformulasikan model yang akan digunakan dan kriteria – kriteria yang ditentukan. Setelah itu dicari alternative model yang bisa menyelesaikan permasalahan tersebut. Langkah selanjutnya adalah memprediksi keluaran yang mungkin. Kemudian ditentukan variable-variable model.

#### c. Tahap Pemilihan (*Choice*)

Pada tahapan ini akan dilakukan pemilihan modelnya termasuk solusi dari model tersebut. Selanjutnya dilakukan analisis sensitivitas, yakni dengan mengganti beberapa *variable*.

#### d. Tahap *Implementasi*

Pengambil keputusan menjalankan rangkaian aksi pemecahan yang dipilih di tahap *choice*. Implementasi yang sukses ditandai dengan terjawabnya masalah yang dihadapi, sementara kegagalan ditandai masih adanya masalah yang sedang dicoba untuk diatasi. Dari tahap ini didapatkan laporan pelaksanaan solusi dan hasilnya.

### 2.4 Usaha Kecil Menengah (UKM)

Base Transceiver Station atau disingkat BTS adalah sebuah infrastruktur telekomunikasi yang memfasilitasi komunikasi nirkabel antara piranti komunikasi dan jaringan operator. Piranti komunikasi penerima sinyal BTS bisa telepon, telepon seluler, jaringan nirkabel sementara operator jaringan yaitu GSM, CDMA. BTS mengirimkan dan menerima sinyal radio ke perangkat mobile dan mengkonversi sinyal-sinyal tersebut menjadi sinyal digital untuk selanjutnya dikirim ke terminal lainnya untuk proses sirkulasi pesan atau data.

Setiap BTS menyimpan data-data internal yang terkait satu sama lain yang membuat suatu BTS beroperasi. Data-data ini dapat berfungsi sebagai identitas dan profil sebuah BTS, atau elemen yang membantu kinerja BTS. Data – data tersebut adalah:

- Data Situs.** Sebuah data yang berisi tentang ID situs, jenis kunci situs, nama penjaga situs, tipe menara, dan tinggi menara. Data ini hanya sebagai data administrasi yang tidak berdampak langsung terhadap beroperasinya sebuah BTS.
- Data PLN.** Data ini berisi tentang nomor pelanggan PLN, Daya dan phase yang digunakan dalam site tersebut, Area layanan, nomor telpon PLN dan tipe rectifier. Data ini berfungsi sebagai pertolongan utama apabila ada masalah yang berhubungan dengan sumber tenaga listrik BTS.
- Data Perangkat BTS.** Di dalam data perangkat BTS berisi tentang nama BSC dimana BTS tersebut berada, frekuensi BTS atau BTS Band, tipe dari BTS, Konfigurasi BTS, Tipe dari TRX, Jumlah dari TRX, tipe combiner, dan jumlah combiner. Data – data tersebut berfungsi dalam proses penyelesaian masalah yang berhubungan dengan perangkat keras BTS.
- Data Perangkat Transmisi.** Data ini berisi tentang tipe perangkat microwave, kapasitas perangkat microwave, dan facing dengan situs BTS yang lain. Hal ini berfungsi untuk membantu proses penyelesaian masalah perangkat transmisi itu sendiri.
- Data Rute Link Transmisi.** Di dalam data rute link transmisi berisi tentang rute perjalanan data transmisi antar BTS sampai ke BSC. Rute ini merupakan alur transmisi antara BSC dengan BTS nodul maupun BTS end point.

## 2.5 Logika Fuzzy

Logika Fuzzy adalah suatu cara yang tepat memetakan ruangan input ke dalam suatu tuangan output (Kusumadewi, 2004). Logika Fuzzy dikatakan sebagai logika baru yang lama, sebab ilmu tentang logika fuzzy modern baru ditemukan baru beberapa tahun belakangan ini, namun sebenarnya konsep tentang logika fuzzy telah ada sejak lama. Logika Fuzzy merupakan bagian dari logika boolean, yang digunakan untuk menangani konsep derajat kebenaran antara benar dan salah. Teori ini diperkenalkan oleh Dr. Lofti Zadeh dari Berkeley pada tahun 1960-an sebagai model ketidakpastian.

## 2.6 Konsep Fuzzy Multi Attribute Decision Making (FMADM)

*Fuzzy Multi Attribute Decision Making* (FMADM) adalah suatu metode yang digunakan untuk mencari alternatif optimal dari sejumlah alternatif dengan kriteria tertentu. Inti dari FMADM adalah menentukan nilai bobot untuk setiap atribut, kemudian dilanjutkan dengan proses perankingan yang akan menyeleksi alternatif yang sudah diberikan. Pada dasarnya, ada 3 pendekatan untuk mencari nilai bobot atribut, yaitu pendekatan subyektif, pendekatan obyektif dan pendekatan integrasi antara subyektif & obyektif. Masing-masing pendekatan memiliki kelebihan dan kelemahan. Pada pendekatan subyektif, nilai bobot ditentukan berdasarkan subyektifitas dari para pengambil keputusan, sehingga beberapa faktor dalam proses perankingan alternatif bisa ditentukan secara bebas. Sedangkan pada pendekatan obyektif, nilai bobot dihitung secara matematis sehingga mengabaikan subyektifitas dari pengambil keputusan.

## 2.7 Metode Fuzzy MADM dengan Pengembangan

Joo (2004) mengembangkan metode Fuzzy Multiple Attribute Decision Making (FMADM). Ada tiga langkah penyelesaian yang meliputi representasi masalah, evaluasi himpunan fuzzy, dan menyeleksi alternatif yang optimal, dengan perincian.

### 1. Representasi Masalah

- a. Mengidentifikasi tujuan dan kumpulan alternative keputusannya. Tujuan keputusan dapat direpresentasikan dengan menggunakan bahasa alami ataupun nilai numeris sesuai dengan alternative keputusan dari masalah tersebut. Jika ada  $n$  alternative keputusan dari suatu masalah, maka alternative – alternative tersebut dapat ditulis dalam rumus.

$$A = \{A_i \mid i = 1, 2, \dots, n\}$$

- b. Mengidentifikasi kumpulan kriteria; Jika terdapat  $k$  kriteria maka dapat dituliskan dengan rumus

$$C = \{C_t \mid t = 1, 2, \dots, k\}$$

- c. Membangun struktur hirarki dari masalah tersebut berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tertentu.
2. Evaluasi Himpunan Fuzzy
    - a. Memilih himpunan rating untuk bobot-bobot kriteria, dan derajat kecocokkan setiap alternatif dengan kriterianya.
    - b. Mengevaluasi bobot-bobot kriteria, dan derajat kecocokkan setiap alternatif dengan kriterianya.
    - c. Mengagregasi bobot-bobot kriteria, dan derajat kecocokkan 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 sebagaimana dalam rumus.

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

Dengan cara mensubstitusikan  $S_{it}$  dan  $W_t$  dengan fuzzy segitiga yaitu  $S_{ik} = (o_{ik}, p_{ik}, q_{ik})$ ; dan  $W_t = (a_t, b_t, c_t)$ ; Maka  $F_i$  dapat didekati dengan rumus.

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

Pencarian untuk nilai  $Y_i$ ,  $Q_i$  dan  $Z_i$  dijelaskan dalam rumus.

$$Y_i = \left(\frac{1}{k}\right) \sum_{t=1}^k (o_{it} a_t)$$

$$Q_i = \left(\frac{1}{k}\right) \sum_{t=1}^k (p_{it} b_t)$$

$$Z_i = \left(\frac{1}{k}\right) \sum_{t=1}^k (q_{it} c_t)$$

### 3. Menyeleksi Alternatif Yang Optimal

- 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 metoda perankingan untuk bilangan fuzzy segitiga. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metoda nilai total integral. Misalkan  $F$  adalah bilangan fuzzy segitiga,  $F = (a, b, c)$ , maka nilai total integral dapat dirumuskan sebagaimana dalam rumus.

$$I_F^\alpha(F) = \left(\frac{1}{2}\right) (ac + b + (1 - \alpha)a)$$

- b. Memilih alternatif keputusan dengan prioritas tertinggi sebagai alternatif yang optimal. Semakin besar nilai  $F_j$  berarti kecocokan terbesar dari alternatif keputusan untuk kriteria keputusan, dan nilai inilah yang akan menjadi tujuannya.

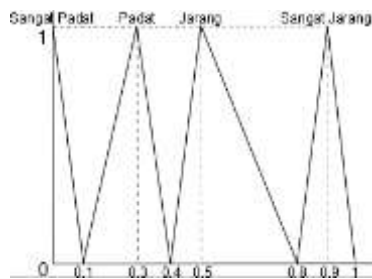
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Himpunan Fuzzy

Dalam melakukan pengambilan keputusan dengan metode Fuzzy MADM yang telah dikembangkan dibutuhkan himpunan fuzzy untuk setiap kriteria dan himpunan fuzzy untuk setiap rating kecocokan. Terdapat 4 variabel yang menjadi kriteria dalam pengambilan keputusan ini yaitu Kepadatan Penduduk, Biaya, Keterjangkauan Lokasi dan Jarak Lokasi. Adapun himpunan fuzzy pada setiap kriteria, sub kriteria dan derajat kecocokan dijelaskan sebagai berikut.

#### a. Kepadatan Penduduk

Kriteria ini merupakan kriteria yang menjadi tujuan pencarian lokasi dengan tingkat kepadatan penduduk tertentu dengan yang direpresentasikan pada sub kriteria yaitu sangat padat, padat, jarang dan sangat jarang. Himpunan fuzzy pada setiap sub kriteria digambarkan pada Gambar 1.



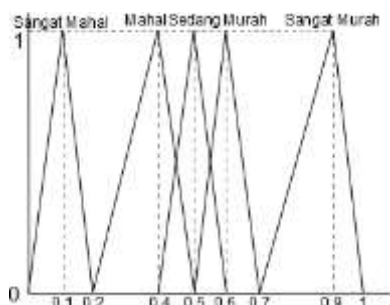
Gambar 1 Representasi Kriteria Kepadatan Penduduk

Penjelasan himpunan subkriteria pada Gambar 1 dijelaskan sebagai berikut

- Sangat Padat = {0, 0, 0.1}
- Padat = {0.1, 0.3, 0.4}
- Jarang = {0.4, 0.5, 0.6}
- Sangat Jarang = {0.8, 0.9, 1}

#### b. Biaya

Kriteria biaya merupakan perkiraan biaya untuk instalasi pada alternatif tujuan. Sub kriteria pada kriteria ini adalah sangat mahal, mahal, sedang, murah dan sangat murah. Himpunan fuzzy pada setiap sub kriteria digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Representasi Kriteria Biaya

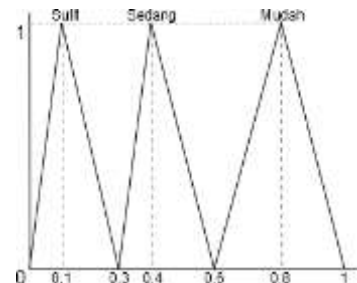
Penjelasan himpunan subkriteria pada Gambar 2 dijelaskan sebagai berikut.

- Sangat Mahal = {0, 0.1, 0.2}
- Mahal = {0.2, 0.4, 0.5}
- Sedang = {0.4, 0.5, 0.6}
- Murah = {0.5, 0.6, 0.7}

- Sangat Murah = {0.7, 0.9, 1}

#### c. Keterjangkauan

Kriteria ini merupakan kriteria yang mengindikasikan keterjangkauan suatu lokasi alternatif yang akan menjadi solusi. Subkriteria yang terdapat pada kriteria ini yaitu sulit, sedang dan mudah. Gambaran himpunan subkriteria digambarkan pada Gambar 3.



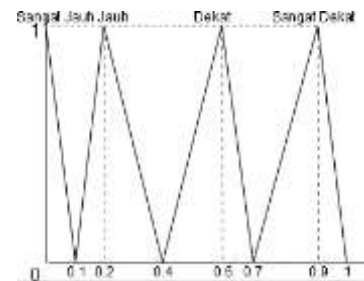
Gambar 3 Representasi Kriteria Keterjangkauan

Penjelasan himpunan subkriteria pada Gambar 4 dijelaskan sebagai berikut

- Sulit = {0, 0.1, 0.3}
- Sedang = {0.3, 0.4, 0.6}
- Mudah = {0.6, 0.8, 1}

#### d. Jarak Lokasi

Kriteria jarak lokasi merupakan kriteria yang mengidentifikasi jarak lokasi alternatif yang akan dipilih dari pusat pemerintahan. Untuk kriteria jarak lokasi memiliki subkriteria yaitu sangat jauh, jauh, dekat dan sangat dekat.



Gambar 4 Representasi Kriteria Jarak Lokasi

Setiap himpunan keanggotaan fuzzy dari setiap sub kriteria dijelaskan sebagai berikut.

- Sangat Padat = {0, 0, 0.1}
- Padat = {0.1, 0.2, 0.4}
- Jarang = {0.4, 0.6, 0.7}
- Sangat Jarang = {0.7, 0.9, 1}

### 3.2 Perhitungan Manual

Sebelum melakukan perhitungan, terlebih dahulu melakukan representasi masalah dengan menentukan alternatif (A) yang akan diseleksi dan menentukan bobot setiap kriteria (C). Setelah seluruh masalah sudah direpresentasikan lalu melakukan evaluasi himpunan fuzzy dimana pada proses ini menentukan bobot – bobot kriteria dan derajat kecocokan setiap alternatif dengan kriterianya lalu mengagregasikan bobot kriteria dengan derajat kecocokan setiap alternatifnya.

Setelah agregasi telah dilakukan lalu melakukan selekse alternative yang optimal. Berikut adalah kasus yang akan diselesaikan oleh sistem.

Terdapat 3 alternatif lokasi yang akan dipakai membangun menara BTS yaitu Desa Merasa, Desa Long Poq dan Desa Mekar Baru dengan kriteria pemilihan yaitu Kepadatan Penduduk, Biaya, Keterjangkauan Lokasi dan Jarak Lokasi.

Representasi masalah A = {Desa Merasa, Desa Long Poq, Desa Mekar Baru} dan C = {Kepadatan Penduduk, Biaya, Keterjangkauan Lokasi, Jarak Lokasi}.

Himpunan rating untuk bobot setiap kriteria direpresentasikan sebagai berikut. T(kepadatan) = {SP, P, J, SJ} dengan SP = Sangat Padat, P = Padat, J = Jarang dan SJ = Sangat Jarang. T(biaya) = {SM, M, Sd, Mu, SMu} dengan SM = Sangat Mahal, M = Mahal, Sd = Sedang, Mu = Murah dan SMu = Sangat Murah. T(jangkau) = {Su, Sdg, Md} dengan Su = Sulit, Sdg = Sedang dan Md = Mudah. T(jarak) = {SJu, Ju, D, SD} dengan SJu = Sangat Jauh, Ju = Jauh, D = Dekat dan SD = Sangat Dekat. Himpunan variabel linguistik yang ada direpresentasikan dengan bilangan fuzzy segitiga sebagai berikut.

SP = {0, 0, 0.1} SJu = {0, 0, 0.1}  
 P = {0.1, 0.3, 0.4} Ju = {0.1, 0.2, 0.4}  
 J = {0.4, 0.5, 0.8} D = {0.4, 0.6, 0.7}  
 SJ = {0.8, 0.9, 1} SD = {0.7, 0.9, 1}  
 SM = {0, 0.1, 0.2} Su = {0, 0.1, 0.3}  
 M = {0.2, 0.4, 0.5} Sdg = {0.3, 0.4, 0.6}  
 Sd = {0.4, 0.5, 0.6} Md = {0.6, 0.8, 1}  
 Mu = {0.5, 0.6, 0.7}  
 SMu = {0.7, 0.9, 1}

Setelah himpunan rating bobot telah ditentukan selanjutnya adalah memilih derajat evaluasi kecocokan setiap alternatif dengan kriteria. Derajat kecocokan dinyatakan adalah T(cocok) S = {SK, K, C, B, SB} dengan SK = Sangat Kurang, K = Kurang, C = Cukup, B = Baik dan SB = Sangat Baik yang masing masing direpresentasikan dengan menggunakan bilangan fuzzy segitiga sebagai berikut:

SK = {0, 0, 0.25}  
 K = {0, 0.25, 0.5}  
 C = {0.25, 0.5, 0.75}  
 B = {0.5, 0.75, 1}  
 SB = {0.75, 1, 1}

Langkah selanjutnya adalah mengagregasi bobot kriteria dan derajat kecocokan setiap alternatifnya dengan dengan kriteria. 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 Tabel Kepentingan

	C1	C2	C3	C4
Kepentingan	P	Sd	Md	Ju

Tabel 2 Rating Kecocokan

Alternatif	C1	C2	C3	C4
A1	C	B	K	B
A2	B	K	C	K

A3	C	B	C	C
----	---	---	---	---

Dengan mensubstitusikan bilangan fuzzy segitiga ke setiap variabel linguistik ke dalam persamaan diperoleh nilai kecocokan sebagai berikut.

Pada Alternatif 1:

$$Y_1 = \left( \frac{(0.1 \times 0.25) + (0.4 \times 0.5) + (0.6 \times 0) + (0.1 \times 0.5)}{4} \right) = 0.0688$$

$$Q_1 = \left( \frac{(0.3 \times 0.5) + (0.5 \times 0.75) + (0.8 \times 0.25) + (0.2 \times 0.75)}{4} \right) = 0.2188$$

$$Z_1 = \left( \frac{(0.4 \times 0.75) + (0.6 \times 1) + (1 \times 0.5) + (0.4 \times 1)}{4} \right) = 0.4500$$

Pada Alternatif 2:

$$Y_2 = \left( \frac{(0.1 \times 0.5) + (0.4 \times 0) + (0.6 \times 0.25) + (0.1 \times 0)}{4} \right) = 0.0500$$

$$Q_2 = \left( \frac{(0.3 \times 0.75) + (0.5 \times 0.25) + (0.8 \times 0.5) + (0.2 \times 0.25)}{4} \right) = 0.2000$$

$$Z_2 = \left( \frac{(0.4 \times 1) + (0.6 \times 0.5) + (1 \times 0.75) + (0.4 \times 0.5)}{4} \right) = 0.4125$$

Pada Alternatif 3:

$$Y_3 = \left( \frac{(0.1 \times 0.25) + (0.4 \times 0.5) + (0.6 \times 0.25) + (0.1 \times 0.25)}{4} \right) = 0.1000$$

$$Q_3 = \left( \frac{(0.3 \times 0.5) + (0.5 \times 0.75) + (0.8 \times 0.5) + (0.2 \times 0.5)}{4} \right) = 0.2563$$

$$Z_3 = \left( \frac{(0.4 \times 0.75) + (0.6 \times 1) + (1 \times 0.75) + (0.4 \times 0.75)}{4} \right) = 0.4875$$

Hasil dari indeks kecocokan untuk setiap alternatif dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Hasil Indeks Kecocokan

Alternatif	Rating Kecocokan				Index Kecocokan
	C1	C2	C3	C4	
A1	C	B	K	B	0.0688;0.2188;0.4500
A2	B	K	C	K	0.0500;0.2000;0.4125
A3	C	B	C	C	0.1000; 0.2563; 0.4875

Setelah index kecocokan sudah didapatkan, selanjutnya adalah memprioritaskan alternatif keputusan berdasarkan hasil agregasi. Dengan mensubstitusikan indeks kecocokan fuzzy pada Tabel 4.9 pada Persamaan 2.10 dan dengan mengambil derajat keoptimisan  $\alpha = 0$  (tidak optimis),  $\alpha = 0,5$  dan  $\alpha = 1$  (sangat optimis) dan dijabarkan sebagai berikut:

Dengan  $\alpha = 0$ :

$$I_1 = \left( \frac{1}{2} \right) ((0 \times 0.45) + 0.2188 + ((1 - 0) \times 0.0688)) = 0.1438$$

$$I_2 = \left( \frac{1}{2} \right) ((0 \times 0.4125) + 0.2000 + ((1 - 0) \times 0.0500)) = 0.1250$$

$$I_3 = \left(\frac{1}{2}\right) ((0 \times 0.4875) + 0.2563 + ((1 - 0) \times 0.1000)) = 0.1782$$

Dengan  $\alpha = 0.5$ :

$$I_1 = \left(\frac{1}{2}\right) ((0.5 \times 0.45) + 0.2188 + ((1 - 0.5) \times 0.0688)) = 0.2391$$

$$I_2 = \left(\frac{1}{2}\right) ((0.5 \times 0.4125) + 0.2000 + ((1 - 0.5) \times 0.0500)) = 0.2156$$

$$I_3 = \left(\frac{1}{2}\right) ((0.5 \times 0.4875) + 0.2563 + ((1 - 0.5) \times 0.1000)) = 0.2750$$

Dengan  $\alpha = 1$ :

$$I_1 = \left(\frac{1}{2}\right) ((1 \times 0.45) + 0.2188 + ((1 - 1) \times 0.0688)) = 0.3344$$

$$I_2 = \left(\frac{1}{2}\right) ((1 \times 0.4125) + 0.2000 + ((1 - 1) \times 0.0500)) = 0.3063$$

$$I_3 = \left(\frac{1}{2}\right) ((1 \times 0.4875) + 0.2563 + ((1 - 1) \times 0.1000)) = 0.3719$$

Hasil dari perhitungan pada setiap derajat keoptimisan disusun dalam Tabel 4

Tabel 4 Hasil Total Integral

Alternatif	Hasil Total Integral		
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 1$
A1	0.1438	0.2391	0.3344
A2	0.1250	0.2156	0.3063
A3	0.1782	0.2750	0.3719

Dari hasil yang disusun pada Tabel 4 didapatkan bahwa A3 atau Desa Mekar Baru terpilih sebagai lokasi yang optimal karena memiliki nilai total integral terbesar berapapun derajat keoptimisannya

### 3.3 Hasil Perhitungan Sistem

Pengujian terhadap sistem dilakukan dengan memberikan kasus yang sama dimana  $A = \{\text{Desa Merasa, Desa Long Poq, Desa Mekar Baru}\}$  dan bobot kriteria  $W = \{\text{Padat, Sedang, Mudah, Jauh}\}$  dan sistem akan memproses hasil masukan data yang telah dipilih. Nilai kecocokan alternatif untuk setiap kriteria yang ada diproses oleh sistem dan akan menghasilkan data seperti pada Gambar 5.



Alternatif	Nilai Kecocokan			
	Padat	Sedang	Mudah	Jauh
Desa Merasa	0.1438	0.2391	0.3344	
Desa Long Poq	0.1250	0.2156	0.3063	
Desa Mekar Baru	0.1782	0.2750	0.3719	

Gambar 5 Index Kecocokan Setiap Alternatif

Setelah index kecocokan telah didapatkan, selanjutnya memprioritaskan setaip data dengan menghitung derajat keoptimisan setiap alternatif. Hasil perhitungan derajat keoptimisan ditampilkan pada Gambar 6.



Alternatif	Hasil Total Integral		
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 1$
Desa Merasa	0.1438	0.2391	0.3344
Desa Long Poq	0.1250	0.2156	0.3063
Desa Mekar Baru	0.1782	0.2750	0.3719

Gambar 6 Hasil Total Integral Pada Setiap Alternatif dan Kesimpulan

Berdasarkan data yang tertera pada Gambar 6 menunjukkan hasil keluaran dari sistem memilih Desa Mekar Baru sebagai alternatif yang optimal. Desa Mekar Baru juga menjadi alternatif yang terpilih dalam perhitungan yang dilakukan secara manual.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Dari proses pembuatan Sistem Pendukung Keputusan Sistem Pendukung Keputusan Memilih Lokasi Menara BTS di Provinsi Kalimantan Timur serta dari penelitian dan pembahasan dibangunnya Sistem Pendukung Keputusan ini maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Dengan adanya Sistem Pendukung Keputusan ini, proses penyeleksian dan penentuan lokasi pembangunan menara BTS dapat lebih terseleksi dan hasil keputusan dapat lebih objektif.
- Dengan metode *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making (FMADM)* masalah pemilihan lokasi menara BTS dapat dipecahkan dalam bentuk matriks keputusan sesuai rating kecocokan dengan bobot preferensi dan membandingkan semua rating alternatif yang ada. Kemudian diperoleh ranking dari nilai yang didapat sebagai keputusan yang diusulkan.

### 4.2 Saran

Penulis menyadari bahwa penelitian yang dilakukan masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena ini, penulis mengajukan beberapa saran yang dapat membantu proses pengembangan sistem nantinya, antara lain:

- Dalam perkembangan sistem pendukung keputusan ini dapat menambahkan titik – titik penilaian lain yang dianggap masih diperlukan sehingga hasil yang didapatkan dapat lebih optimal.
- Pada sistem pendukung keputusan masih memiliki banyak metode lainnya, untuk itu penulis mengharapkan peneliti selanjutnya dapat mengembangkan dengan metode yang berbeda.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Bahtiar, Nuridin dkk (Ed.). 2012. *Sistem Pendukung Keputusan, Komputasi dan Simulasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Joo, H.M; dan Kang, C.S. 2004. *Application of Fuzzy Decision Making Method to the*

- Evaluation of Spent Fuel Storage Options.*  
South Korea.
- [3]. Kusumadewi, S., dan Purnomo, H. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [4]. Kusumadewi, S., Hartati .S, Harjoko .A, Wardoyo .R. 2006. *Fuzzy Multi Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [5]. Sprague, R.H. dan Carlson, E.D., 1982. *Building Effective Decision Support Systems*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- [6]. Tampubolon, M.V. 2010. *Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Penyakit Diabetes Mellitus Dengan Metode Sugeno*. Skripsi Ilmu Komputer, Universitas Sumatra Utara.
- [7]. Hamdani, Haviluddin, MS Abdillah. 2011. *Sistem Pendukung Keputusan Pembelian Notebook Menggunakan Logika Fuzzy Tahani*. *Jurnal Informatika Mulawarman* 6 (3), 98-104.