

# PENENTUAN LOKASI HALTE BUS SEKOLAH DI KOTA BENGKULU MENGGUNAKAN METODE *FUZZY MULTY CRITERIA DECISION MAKING (FMCDM)*

Dorestian Demi<sup>1</sup>, Ernawati<sup>2</sup>, Desi Andreswari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Infomatika, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu.  
Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu 38371A INDONESIA  
(telp: 0736-341022; fax: 0736-341022)

<sup>1</sup>dorestian.demi@gmail.com,  
<sup>2</sup>w\_ier\_na@yahoo.com,  
<sup>3</sup>dezieandrez@yahoo.co.id

Abstrak: Penentuan jumlah dan lokasi halte memiliki peran yang penting dalam penggunaan moda Bus. Semakin banyaknya jumlah halte yang dibangun, berarti semakin meningkatnya tingkat *aksesibilitas* pelayanan Bus. Tetapi, di sisi lain pembangunan halte yang terlalu banyak dapat menyebabkan biaya pembangunan dan perawatan yang semakin besar. Oleh karena itu, perlu adanya suatu sistem yang dapat menangani permasalahan tersebut. Salah satunya adalah menggunakan konsep pengambilan keputusan. Penelitian ini bertujuan membangun sebuah *Spatial Decision Support System (SDSS)* menggunakan metode *Fuzzy MCDM* untuk optimalisasi penentuan lokasi halte bus sekolah dan divisualisasikan dalam bentuk peta alternatif lokasi optimal menggunakan fungsi SIG sebagai sistem pendukung keputusan yang mampu memberikan informasi secara lengkap dan aktual kepada pihak terkait. SDSS ini dibangun dengan menggunakan Delphi 7 dan *Script Avenue ArcView 3.3* serta database Oracle XE. Dari hasil uji kelayakan yang dilakukan, SDSS ini dapat menjadi salah satu solusi penyelesaian permasalahan penentuan lokasi halte yang optimal.

*Kata kunci:* *Spatial Decision Support Systems (SDSS)*, halte, *Fuzzy MCDM*.

***Abstract: The determination of bus amount and bus stop location has an important role in using bus model. The more amount of bus stop to built, the more access for Bus service. On the other hand, too much bus stop development can cause the increasing of development and maintainance cost. Therefore, it need a spesific system which can handle those problems to be more efficient. One of them is decission support system concept. The goal of this research is to build a Spatial Decision Support System (SDSS) using Fuzzy MCDM method for optimasization the determination of school bus stop location and visualized in alternatif optimal location map using GIS function as decision support systems which giving complete and actual information for relevant parties. This SDSS was built using Delphi 7 and Script Avenue ArcView 3.3 along with Oracle XE for database. From feasibility study, SDSS can be one of optimum and suitable solution in solving the determination of bus stop location.***

***Keyword: Spatial Decision Support Systems (SDSS), bus stop, fuzzy FCDM.***

## I. PENDAHULUAN

Aktivitas manusia dalam usaha memenuhi kebutuhan setiap hari menimbulkan sebuah perjalanan/pergerakan dari tata guna lahan yang satu ke tata guna lahan yang lain. Dalam melakukan aktivitas pergerakan tersebut, manusia

menggunakan sarana dan prasarana transportasi. Bertambahnya manusia serta meningkatnya aktivitas yang dilakukan menyebabkan kebutuhan akan sarana dan prasarana transportasi semakin meningkat.

Di Kota Bengkulu, salah satu bentuk aktivitas pergerakan tersebut adalah bersekolah. Sistem penerimaan murid baru yang menggunakan sistem seleksi berdasarkan peringkat nilai hasil Ujian Nasional menyebabkan siswa yang bersekolah berasal dari wilayah yang tersebar. Tidak hanya itu, kemungkinan siswa dengan jarak tempat tinggal yang jauh dari sekolah pun menjadi besar terutama terjadi pada tingkat Sekolah Menengah Atas/Sederajat. Untuk itu, dalam melakukan perjalanan dari rumah ke sekolah dan sebaliknya masyarakat di Kota Bengkulu menggunakan sarana dan prasarana transportasi, baik pribadi maupun umum.

Penggunaan transportasi untuk sekolah yang paling baik saat ini adalah pengoperasian Bus Sekolah. Bus Sekolah memiliki keuntungan yang lebih dibanding sarana transportasi baik pribadi maupun transportasi umum

lainnya. Penggunaan Bus Sekolah ini memiliki beberapa kelebihan [1] yakni :

1. Mengurangi jumlah kendaraan pribadi. Hal ini tentu berkaitan dengan pengurangan polusi udara dan dapat mengurangi kemacetan.
2. Siswa dapat berinteraksi dengan teman-temannya. Dengan menggunakan Bus Sekolah maka tidak akan ada perbedaan status antara siswa yang satu dengan yang lainnya.
3. Lebih tepat waktu dan siswa tidak memiliki alasan lagi untuk datang terlambat ke sekolah. Bagi siswa yang ikut Bus Sekolah diharapkan sudah siap sebelum jadwal kedatangan bus sehingga ia akan belajar untuk memiliki disiplin waktu.
4. Melatih kemandirian. Dengan menaiki Bus Sekolah maka siswa dilatih untuk lebih mandiri dan belajar untuk lebih bertanggung jawab terhadap dirinya sendiri.

Seperti kebanyakan kasus di daerah lain di Indonesia, pengoperasian Bus Sekolah di Kota Bengkulu belum berjalan dengan efektif. Penyebabnya adalah sosialisasi yang kurang luas serta belum jelasnya jalur dan rute pelayanan Bus Sekolah tersebut. Karena dalam pengoperasiannya, Bus Sekolah perlu ditunjang dan didukung dengan adanya rute perjalanan. Dengan adanya rute perjalanan diharapkan mampu melayani kebutuhan masyarakat akan transportasi/angkutan pelajar yang memiliki kelebihan dalam hal pelayanan dan fasilitas fisik yang memadai di sepanjang rute tersebut.

Untuk pengoperasian Bus Sekolah ini juga diperlukan adanya sarana penunjang, salah satunya adalah halte. Halte adalah tempat perhentian kendaraan penumpang umum untuk menurunkan dan/atau menaikkan penumpang yang dilengkapi dengan bangunan [2]. Halte Bus Sekolah berbeda dengan halte bus umum lain. Halte ini merupakan suatu bentuk terminal dalam skala kecil. Bus Sekolah tidak mempunyai terminal besar dan hanya menaikkan dan menurunkan penumpang pada halte-halte khusus yang hanya digunakan oleh Bus Sekolah.

Penentuan jumlah dan lokasi halte memiliki peran yang penting dalam penggunaan moda Bus. Pembangunan halte yang tidak baik akan mengakibatkan bertambahnya

permasalahan transportasi, sebab banyak masyarakat yang seharusnya menjadi target pengguna menjadi malas untuk menggunakan moda ini karena kesulitan disaat akan memanfaatkan fasilitas yang ada. Penumpang dalam pemilihan lokasi perhentian bus dominan dilakukan di sekitar persimpangan dan di sembarang tempat yang tidak dilengkapi rambu atau fasilitas tempat henti seperti di depan pertokoan, perkantoran dan sekolah/kampus karena alasan jarak yang lebih dekat dengan tujuan, keamanan dan secara fisik tidak melelahkan [3].

Uraian di atas menunjukkan pentingnya *aksesibilitas* (kemudahan untuk mendapatkan) Bus Sekolah. Dengan semakin banyaknya jumlah halte yang dibangun, berarti semakin meningkatnya tingkat *aksesibilitas* pelayanan Bus. Tetapi, di sisi lain pembangunan halte yang terlalu banyak dapat menyebabkan biaya pembangunan dan perawatan yang semakin besar. Oleh karena itu, lokasi perencanaan pembangunan halte harus diusahakan seoptimal mungkin.

Disamping itu menurut Vuchic aspek - aspek yang mempengaruhi sebagai kriteria umum yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi halte adalah sebagai berikut [4] :

1. Lampu lalu lintas  
Untuk daerah pusat kota faktor lampu lalu lintas merupakan faktor utama yang dapat mempengaruhi kecepatan perjalanan bus.
2. Akses penumpang  
Halte sebaiknya ditempatkan di lokasi tempat penumpang menunggu yang dilindungi dari gangguan lalu lintas, harus mempunyai ruang yang cukup untuk sirkulasi, dan tidak mengganggu kenyamanan pejalan kaki di trotoar. Pada persimpangan sebaiknya ditempatkan halte untuk mengurangi jalan berjalan kaki penumpang yang akan beralih moda.
3. Kondisi lalu lintas  
Pembahasan kondisi lalu lintas diperlukan dengan tujuan agar penempatan lokasi halte tidak mengakibatkan atau memperburuk gangguan lalu lintas
4. Geometri jalan

Geometri jalan mempengaruhi lokasi halte. Pembahasan Geometri jalan diperlukan dengan tujuan agar penempatan lokasi halte tidak mengakibatkan atau memperburuk gangguan lalu lintas

Berdasarkan aspek-aspek yang mempengaruhi penentuan lokasi halte tersebut, perlu adanya suatu sistem khusus yang dapat menangani permasalahan tersebut agar lebih efisien lagi dengan memanfaatkan teknologi informasi yang semakin canggih pada saat sekarang ini.

Untuk menentukan lokasi halte yang optimal dengan beberapa kriteria yang menjadi bahan pertimbangan tersebut, diperlukan konsep pengambilan keputusan (*Decision Support Systems*). Banyak metode yang dapat digunakan dalam konsep pengambilan keputusan dengan dengan beberapa kriteria sebagai bahan pertimbangan, salah satunya dengan menggunakan metode *Multi Criteria Decision Making* (MCDM).

MCDM sangat tepat diimplementasikan pada kasus untuk alternatif yang memiliki sejumlah kriteria dengan bobot nominal. Namun kesadaran akan tidak semua alternatif memiliki kriteria yang berbobot nominal untuk kasus-kasus tertentu, maka diusulkan penggunaan konsep *fuzzy* dalam MCDM yang kemudian dikenal dengan *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.

Tetapi dalam banyak penelitian, sistem pengambilan keputusan (untuk kasus pendukung keputusan berbasis spasial) masih menyulitkan para pengambil keputusan karena tidak dapat diaksesnya data geografis yang memvisualisasikan solusi secara nyata. Untuk mengatasi permasalahan ini, perencanaan spasial sangat berperan sehingga perlu untuk memanfaatkan fungsi Sistem Informasi Geografis (SIG).

Penerapan SIG mempunyai kemampuan yang sangat luas baik dalam proses pemetaan dan analisis, sehingga teknologi tersebut sering dipakai dalam proses perencanaan tata ruang. Selain itu, pemanfaatan SIG dapat meningkatkan efisiensi waktu dan ketelitian atau akurasi. Perluasan fungsi SIG sebagai bagian dalam

pengambilan keputusan ini membentuk suatu sistem pengambilan keputusan yang baru yang disebut dengan *Spatial Decision Support Systems* (SDSS). Akan tetapi pemanfaatannya di Indonesia masih jarang dilakukan karena sebagian besar aktivitas pemanfaatan SIG masih cenderung digunakan hanya untuk pembangunan *data warehouse* atau *data mining*[5].

Oleh karena itu, penulis mencoba mengangkat judul **“Penentuan Lokasi Pembangunan Halte Bus Sekolah di Kota Bengkulu Menggunakan Metode *Fuzzy Multi Criteria Decision Making* (FMCDM)”** yang diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan dalam penentuan lokasi yang optimal dan sesuai serta dapat membantu memberikan masukan kepada pemerintah dalam menentukan lokasi halte bus sekolah yang *aksesibilitas*, efektif dalam pembangunannya, namun memenuhi syarat dan kriteria yang ada dan diolah sebagai *Spatial Decision Support System* (SDSS) menggunakan metode FMCDM ini.

## II. LANDASAN TEORI

Pada sepanjang rute angkutan umum termasuk Bus Sekolah diperlukan pemberhentian angkutan umum atau halte, yang berfungsi sebagai tempat naik dan turunnya penumpang ataupun menunggu angkutan umum. Keberadaan halte sangat penting dalam peraturan sistem operasi dan layanan angkutan umum dalam mencari tempat calon penumpang dan bagi penumpang merupakan tempat menunggu serta mencari jurusan angkutan umum sesuai tujuannya. Menurut Vuchic [4] aspek-aspek yang mempengaruhi penentuan lokasi halte :

1. Lampu Lalu Lintas
2. Akses Penumpang
3. Kondisi Lalu Lintas
4. Geometri Jalan

### A. *Fuzzy Multi Criteria Decision Making* (FMCDM)

*Multi Criteria Decision Making* (MCDM) adalah sebuah metode yang mengacu pada proses *screening*, *prioritizing*, *ranking*, atau memilih himpunan alternatif (dalam hal ini berupa *“candidate”* atau *“action”*). MCDM sangat tepat diimplementasikan pada kasus untuk alternatif yang memiliki sejumlah kriteria dengan bobot nominal. Namun kesadaran akan tidak semua alternatif memiliki kriteria yang berbobot nominal untuk kasus-kasus tertentu,

maka diusulkan penggunaan konsep *fuzzy* dalam MCDM yang kemudian dikenal dengan *Fuzzy Multi Criteria Decision Making (FuzzyMCDM)*.

*Fuzzy Multi Criteria Decision Making (FuzzyMCDM)* adalah salah satu metode yang bisa membantu pengambil keputusan dalam pengambilan keputusan terhadap beberapa alternatif keputusan yang harus diambil dengan beberapa kriteria yang akan menjadi bahan pertimbangan. Biasanya penilaian yang diberikan oleh pengambil keputusan terhadap bobot kepentingan dari setiap kriteria dan derajat kecocokan setiap alternatif terhadap setiap kriteria direpresentasikan secara linguistik. Literatur mengindikasikan bahwa terdapat sejumlah langkah yang harus ditempuh untuk mengaplikasikan *fuzzy MCDM*. Secara umum, pada *fuzzy MCDM* terdapat 3 langkah penting yang harus dikerjakan, yaitu : representasi masalah, evaluasi himpunan *fuzzy* pada setiap alternatif keputusan dan melakukan seleksi terhadap alternatif yang optimal.

1) *Representasi masalah*: Pada bagian ini, terdapat 3 tahapan yang harus dilakukan, yaitu :

a. Identifikasi tujuan dan kumpulan alternatif keputusan. Jika ada  $n$  alternatif keputusan dari suatu masalah, maka dapat ditulis sebagai:

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

b. Identifikasi kumpulan kriteria. Jika ada  $k$  kriteria, maka dapat dituliskan :

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

c. Membangun struktur hirarki dari masalah tersebut berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tertentu.

2) *Evaluasi himpunan fuzzy*: Pada bagian ini, ada 4 aktivitas yang harus dilakukan, yaitu :

a. Memilih himpunan rating untuk derajat kepentingan dari setiap kriteria dan derajat kecocokan setiap alternatif dengan kriterianya. Himpunan rating biasanya direpresentasikan dalam bentuk variabel linguistic ( $x$ ). Misalkan untuk himpunan rating pada variabel penting didefinisikan sebagai :  $T(\text{penting}) = \{\text{SANGAT RENDAH, RENDAH, CUKUP, TINGGI, SANGAT TINGGI}\}$ .

b. Menentukan bobot-bobot setiap rating dari himpunan rating derajat kepentingan setiap kriteria dan derajat kecocokan setiap alternatif dengan kriterianya.

Bobot untuk setiap rating ditentukan dengan menggunakan fungsi keanggotaan bilangan *fuzzy*. Dalam skripsi ini, adapun fungsi keanggotaan bilangan *fuzzy* yang digunakan adalah fungsi bilangan *fuzzy* segitiga.

c. Mengevaluasi derajat kecocokan setiap alternatif dengan kriterianya.

d. Mengagregasikan bobot-bobot setiap rating dari himpunan rating derajat kecocokan setiap alternatif dengan kriterianya terhadap derajat kepentingan setiap kriteria.

Operator yang digunakan pada metode agregasi umumnya berupa penjumlahan dan perkalian *fuzzy*. Kebanyakan metode agregasi yang digunakan adalah metode agregasi *mean*.

$$F_i = \left(\frac{1}{k}\right) [ (S_{it} \cdot W_t) + (S_{it} \cdot W_t) + \dots + (S_{it} \cdot W_t) ] \quad (3)$$

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

$$t = 1, 2, 3, \dots, n$$

Keterangan :

$F_i$  : indeks kecocokan *fuzzy* dari alternatif  $A_i$  yang mempresentasikan derajat kecocokan alternatif keputusan dengan kriteria keputusan yang diperoleh dari hasil agregasi  $S_{it}$  dan  $W_t$

$S_{it}$  : bobot rating *fuzzy* untuk derajat kecocokan alternatif keputusan  $A_i$  dengan kriteria  $C_t$

$W_t$  : bobot rating *fuzzy* untuk derajat kepentingan kriteria  $C_t$

$k$  : banyaknya kriteria

Jika direpresentasikan ke dalam bilangan *fuzzy* segitiga,  $S_{it} = (o_{it}, p_{it}, q_{it})$  dan  $W_t = (a_t, b_t, c_t)$ , maka  $F_i = (X_i, Y_i, Z_i)$  menjadi :

$$Y_i = \left(\frac{1}{k}\right) \sum_{r=1}^k (O_{ir}, a_r) \quad (4)$$

$$Q_i = \left(\frac{1}{k}\right) \sum_{r=1}^k (P_{ir}, b_r) \quad (5)$$

$$Z_i = \left(\frac{1}{k}\right) \sum_{r=1}^k q_{ir}, c_r \quad (6)$$

3) *Seleksi alternatif yang optimal*: Pada bagian ini, ada dua aktivitas yang dilakukan, yaitu :

1. Memprioritaskan alternatif keputusan berdasarkan hasil agregasi.

Prioritas dari hasil agregasi dibutuhkan dalam rangka proses perangkingan alternatif keputusan. Karena hasil agregasi ini direpresentasikan dengan menggunakan bilangan *fuzzy* segitiga, maka dibutuhkan metode perangkingan untuk bilangan *fuzzy* segitiga. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode nilai total integral. Misalkan  $F_i$  adalah bilangan *fuzzy* segitiga hasil agregasi,  $F_i = (Y_i, Q_i, Z_i)$ , maka nilai total integral dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$I_i^a(F_i) = \left(\frac{1}{2}\right)(a.Z_i + Q_i + (1-a).Y_i) \quad (7)$$

keterangan :

$I$  : nilai integral

$F_i$  : bilangan *fuzzy* segitiga hasil agregasi,  $F_i = (Y_i, Q_i, Z_i)$

$a$  : indeks keoptimisan.

Nilai  $a$  adalah indeks keoptimisan yang merepresentasikan derajat keoptimisan bagi pengambil keputusan ( $0=a=1$ ). Apabila nilai  $a$  semakin besar mengindikasikan bahwa derajat keoptimisannya semakin besar. Pada penelitian ini nilai  $a$  yang digunakan adalah  $a = 0,9$ .

2. Memilih alternatif keputusan dengan nilai prioritas terbaik sebagai alternatif keputusan yang optimal. Semakin besar nilai  $F_i$  berarti kecocokan terbesar dari alternatif keputusan untuk kriteria keputusan, dan nilai inilah yang akan menjadi tujuannya.

## B. Spatial Decision Support System

*Spatial Decision Support System* (SDSS) adalah sistem komputer interaktif yang didesain untuk membantu seorang atau sekelompok pengguna mengambil sebuah keputusan yang paling efektif dalam memecahkan permasalahan keputusan spasial [6]. Pada proses pengambilan keputusan, pengolahan data dan informasi yang dilakukan bertujuan untuk menghasilkan berbagai alternatif keputusan yang dapat diambil. Yang membedakan SDSS dengan DSS adalah karena pada SDSS terdapat komponen geografi yang jelas.

SDSS yang merupakan penerapan dari sistem informasi ditujukan hanya sebagai alat bantu manajemen dalam pengambilan keputusan. SDSS tidak dimaksudkan untuk menggantikan fungsi pengambil keputusan dalam membuat keputusan, melainkan hanyalah sebagai alat bantu pengambil keputusan dalam melaksanakan tugasnya. SDSS dirancang untuk menghasilkan berbagai alternatif yang ditawarkan kepada para pengambil keputusan dalam melaksanakan tugasnya. Sehingga dapat dikatakan bahwa SDSS memberikan manfaat bagi manajemen dalam hal meningkatkan efektivitas dan efisiensi kerjanya terutama dalam proses pengambilan keputusan.

Di samping itu, SDSS menyatukan kemampuan komputer dalam pelayanan interaktif terhadap penggunaanya dengan adanya proses pengolahan atau pemanipulasian data yang memanfaatkan model atau aturan yang tidak terstruktur sehingga menghasilkan alternatif keputusan yang situasional.

## III. METODOLOGI

### A. Analisis Data

Data yang dikumpulkan terbagi atas Data Primer dan Data Sekunder. Data Primer yang telah dikumpulkan yaitu peta dasar Kota Bengkulu dan Peta jaringan jalan negara dan jalan provinsi hasil pengolahan data sekunder Peta Administrasi Kota Bengkulu. Kemudian data atribut jalan termasuk panjang jalan, data spasial Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) sederajat, terminal Panorama, terminal Betungan, terminal Nakau, dan terminal Sungai Hitam di Kota Bengkulu.

Untuk data sekunder didapat dari studi pustaka dan pengambilan data/dokumentasi yang dilakukan di Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Kota

Bengkulu. Data terdiri atas dokumen, literatur, jurnal, buku dan penelitian. Adapun data sekolah yang digunakan dalam penelitian ini hanya meliputi sekolah-sekolah menengah atas negeri (SMAN) sederajat yang ada di Kota Bengkulu.

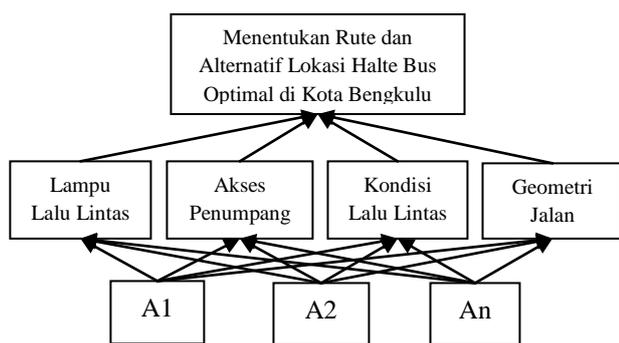
#### IV. ANALISIS SISTEM

##### B. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan sistem meliputi :

1) *Analisis Kebutuhan Masukan: Input* atau masukan dari SDSS FMCDMPenentuan Lokasi Pembangunan Halte Bus Sekolah, terdiri dari:

- Alternatif lokasi berupa himpunan alternatif lokasi  $A = \{A_i \mid i=1, 2, \dots, n\}$ .
- Ada 4 kriteria keputusan yang diberikan, yaitu:  $C = \{C_1, C_2, C_3, C_4\}$  dengan  $C_1 =$  Lampu Lalu Lintas,  $C_2 =$  Akses Penumpang,  $C_3 =$  Kondisi Lalu lintas dan  $C_4 =$  Geometri Jalan.
- Struktur Hirarki Masalah digambarkan pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Struktur Hirarki Masalah

2) *Analisis Kebutuhan Proses: Terdiri dari :*

- Variabel-variabel linguistik yang merepresentasikan bobot kepentingan untuk setiap kriteria adalah : T (kepentingan),  $W = \{KP, AP, P, CP, SP\}$  dengan K = Kurang Penting, AP= Agak Penting, P= Penting, CP= Cukup Penting dan SP= Sangat Penting.
- Sedangkan derajat kecocokan alternatif-alternatif dengan kriteria keputusan adalah: T (kecocokan)  $S = \{KC, AC, C, CC, SC\}$  dengan KC = Kurang Cocok, AC = Agak Cocok, C = Cocok, CC = Cukup Cocok dan SC = Sangat Cocok.

c. Fungsi keanggotaan untuk setiap elemen direpresentasikan dengan menggunakan bilangan *fuzzy* sebagai berikut:

$$KP = KC = (0; 0; 0,25)$$

$$AP = AK = (0; 0,25; 0,5)$$

$$P = C = (0,25; 0,5; 0,75)$$

$$C = CC = (0,5; 0,75; 1)$$

$$SP = SC = (0,75; 1; 1)$$

d. Rating untuk setiap kriteria keputusan dan derajat kecocokan alternatif terhadap kriteria keputusan diberikan oleh pengambil keputusan.

e. Mensubstitusikan Sit dan Wt dengan bilangan *fuzzy* segitiga ke setiap variabel linguistik ke dalam persamaan akan diperoleh nilai kecocokan *fuzzy* (indeks kecocokan *fuzzy*)

3) *Analisis Kebutuhan Keluaran.* Terdiri dari :

- Mensubstitusikan indeks kecocokan *fuzzy* dengan mengambil derajat keoptimisan  $(a) = 0,9$ .
- Hasil: alternatif lokasi optimal terpilih yang mempunyai nilai total integral terbesar sebagai alternatif lokasi terbaik dan visualisasinya dalam bentuk alternatif lokasi Halte Bus optimal dengan metode *Fuzzy* (MCDM).

4) *Analisis Kebutuhan Perangkat lunak dan Perangkat Keras :* Spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan sebagai alat bantu pengembangan sistem adalah:

a. Perangkat Keras

Perangkat keras dan spesifikasi yang digunakan dalam proses pembangunan sistem antara lain :

1. Laptop DELL N4050 dengan spesifikasi:

- Processor Core i3-2350M 2,30 GHz
- Memori 2,00 GB of RAM
- Harddisk 500 GB
- Keyboard
- Mouse.

2. Alat ukur GPS (*Global Positioning System*)

b. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem Operasi : Windows 7 Professional

2. Bahasa pemrograman : Delphi 7 dan *Script Avenue ArcView 3.3*
3. *Software* pembangun basis SIG : ArcView 3.3
4. *Database* : Oracle XE
5. *Software* analisis UML : Microsoft Office Visio 2007 dan Visual Paradigm for UML 8.0 Enterprise Edition

## V. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil

Implementasi yang dilakukan terdiri dari implementasi antarmuka dan implementasi prosedur. Implementasi antarmuka bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun sudah berjalan dengan baik dan siap digunakan. Sedangkan implementasi prosedur merupakan implementasi pada pemrograman aplikasi yang menjadi inti dari aplikasi SDSS yaitu penggunaan metode *Fuzzy MCDM*. Selanjutnya dilakukan pengujian pada keseluruhan sistem tersebut untuk melihat apakah sistem yang dibangun sesuai dengan perencanaan dan perancangan.

Pengujian sistem dilakukan dengan pengujian kasus, dengan input alternatif lokasi halte bus adalah halte bus umum di Kota Bengkulu yang telah ada saat ini. Pengujian mengenai metode yang diterapkan pada sistem dilakukan dengan membandingkan penerapan metode pada sistem dan perhitungan yang dilakukan secara manual. Jika terdapat kekurangan atau perbedaan antara penerapan metode yang dilakukan oleh sistem dengan perhitungan manual maka sistem dapat diperbaiki hingga penerapan metode pada sistem dan perhitungan manual sama.

- 1) *Pengujian Sistem* : Pada tahap pengujian sistem SDSS FMCDM Penentuan Lokasi Halte Bus Sekolah di Kota Bengkulu, sistem diujikan dengan peng-*input*-an data alternatif lokasi. Pada pengujian sistem ini data alternatif yang digunakan adalah lokasi halte bus umum yang telah ada saat ini di kota Bengkulu, yang didapat berdasarkan hasil wawancara di Dishubkominfo Kota Bengkulu dan survey lapangan.

Tabel 1. Data Lokasi Halte Bus di Kota Bengkulu

No	Nama Jalan	Lokasi/Titik	Keterangan
1.	Jalan A. Yani	Simpang Kelurahan Pasar Melintang	Tidak Terawat
2.	Jalan Jenderal Sudirman	Depan Universitas Hazairin	Tidak Terawat
3.	Jalan Basuki Rahmad	Samping Kantor Telkom	Tidak Terawat
4.	Jalan S. Parman	Depan Kantor Walikota dan Kejaksaan Tinggi	Tidak Terawat
5.	Jalan S. Parman	Depan Distributor Elpiji	Tidak Terawat
6.	Jalan S. Parman	Depan BRI Cab. Bengkulu	Tidak Terawat
7.	Jalan S. Parman	Depan Columbia	Tidak Terawat
8.	Jalan Jati	Depan SMK. N 1	Terawat
9.	Jalan Cendana	Depan SMP. N 2	Terawat
10.	Jalan Cendana	Depan Stadion Semarak	Tidak Terawat
11.	Jalan Basuki Rahmad	Depan Rumah Dinas Dandim	Tidak Terawat
12.	Jalan MT. Haryono	Depan Perumahan BI	Tidak Terawat
13.	Jalan Kalimantan	Kelurahan Kampung Kelawi	Tidak Terawat
14.	Jalan Mahakam Raya	Seberang Sekolah Saptabhakti	Tidak Terawat
15.	Jalan P. Natadirdja	Depan SDN 20	Tidak Terawat
16.	Jalan Adam Malik	Depan Dirjen Perbendaharaan	Tidak Terawat
17.	Jalan Adam Malik	Depan RM. Sumpit Mas	Tidak Terawat
18.	Jalan Depati Payung Negara	Seberang Kantor Komatshu	Tidak Terawat
19.	Jalan Depati Payung Negara	Depan SDN 76	Tidak Terawat
20.	Jalan Padang Kemiling	Dekat simpang Bandara Fatmawati	Tidak Terawat

Selanjutnya secara berurutan data pada Tabel1 diberi nama alternatif ALTHALTE001 sampai dengan ALTHALTE020. Pada sistem, data pada tabel di *input* melalui menu manajemen data alternatif lokasi.

Ada empat kriteria pengambilan keputusan yang digunakan, yaitu Geometri Jalan, Kondisi Lalu Lintas, Lampu Lalu Lintas dan Akses Penumpang. Hasil pengujian berupa nilai optimasi masing-masing alternatif lokasi halte bus sekolah berdasarkan perhitungan menggunakan metode *Fuzzy MCDM*. Pada sistem, hasil optimasi didapat dengan melakukan proses penyeleksian menggunakan menu SDSS. Adapun proses penyeleksian menu SDSS sebagai berikut:

- a. Pilih Alternatif Lokasi dan Penyeleksian

Langkah pertama dalam penyeleksian pada sistem dengan memilih sejumlah alternatif yang akan diseleksi dan kriteria yang akan digunakan dalam penyeleksian. Ada dua puluh alternatif lokasi yang diberikan yaitu  $A = \{A_1, A_2, A_3, \dots, A_{20}\}$ ,

dengan  $A1 = ALTHALTE001$ ,  $A2 = ALTHALTE002$ ,  $A3 = ALTHALTE003$  hingga  $A20 = ALTHALTE020$ .

Ada empat kriteria keputusan, yaitu  $C = \{C1, C2, C3, C4\}$  dengan  $C1 =$  Lampu Lalu Lintas,  $C2 =$  Akses Penumpang,  $C3 =$  Kondisi Lalu Lintas dan  $C4 =$  Geometri Jalan.

b. Menentukan Rating Kepentingan

Langkah selanjutnya yaitu menentukan rating kepentingan tiap-tiap kriteria penyeleksian. Rating kepentingan untuk setiap kriteria keputusan ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Rating Kriteria Keputusan

Kriteria	C1	C2	C3	C4
Rating Kepentingan	SP	SP	P	CP

Berdasarkan tabel 2, maka bobot kepentingan masing-masing kriteria diinputkan.

c. Menentukan Rating Kecocokan

Langkah ketiga yaitu menentukan rating kecocokan masing-masing alternatif terhadap kriteria keputusan. Rating kecocokan masing-masing alternatif terhadap kriteria ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Rating Kecocokan

Alternatif	Rating Kecocokan			
	C1	C2	C3	C4
A1	SC	C	C	AC
A2	SC	AC	C	AC
A3	SC	CC	CC	CC
A4	SC	C	CC	CC
A5	SC	SC	C	CC
A6	CC	SC	C	CC
A7	C	KC	C	AC
A8	SC	SC	SC	CC
A9	SC	SC	SC	CC
A10	SC	SC	SC	CC
A11	SC	C	SC	CC
A12	C	AC	C	CC
A13	SC	SC	C	AC
A14	C	AC	C	AC
A15	SC	C	C	AC
A16	SC	C	C	AC
A17	C	KC	C	CC
A18	SC	C	C	AC
A19	C	KC	C	AC
A20	C	KC	C	AC

d. Mendapatkan Indeks Kecocokan Fuzzy dan Nilai Total Integral.

Setelah proses penentuan rating kepentingan dan rating kecocokan maka secara otomatis sistem

akan menghitung indeks kecocokan fuzzy dan nilai total integral untuk masing-masing alternatif.

e. Nilai Optimasi

Setelah indeks kecocokan Fuzzy dan nilai total integral didapat, selanjutnya sistem akan menampilkan nilai optimasi masing-masing alternatif secara urutan dari nilai tertinggi ke rendah.

B. Pengujian Metode Fuzzy MCDM

Pengujian untuk penerapan metode Fuzzy MCDM untuk menentukan penentuan lokasi alternatif lokasi halte bus optimal ini dilakukan dengan memasukkan data inputan seperti contoh data kasus berikut:

Terdapat tiga lokasi alternatif halte bus yang akan di optimasi, yaitu ALTHALTE005, ALTHALTE010 dan ALTHALTE014. Ada empat kriteria pengambilan keputusan, yaitu Geometri Jalan, Kondisi Lalu Lintas, Lampu Lalu Lintas dan Akses Penumpang. Langkah penyelesaiannya sebagai berikut:

1) Pengujian Metode Fuzzy MCDM pada Sistem

a. Representasi Masalah

1. Tujuan Keputusan adalah mencari lokasi terbaik atau optimal untuk lokasi halte bus di kota Bengkulu
2. Ada tiga alternatif lokasi yang diberikan adalah  $A = \{A1, A2, A3\}$ , dengan  $A1 = ALTHALTE005$ ,  $A2 = ALTHALTE010$  dan  $A3 = ALTHALTE014$ .
3. Ada empat kriteria keputusan, yaitu  $C = \{C1, C2, C3, C4\}$  dengan  $C1 =$  Lampu Lalu Lintas,  $C2 =$  Akses Penumpang,  $C3 =$  Kondisi Lalu Lintas dan  $C4 =$  Geometri Jalan.

b. Evaluasi Himpunan Fuzzy dari Alternatif-Alternatif Keputusan

1. Variabel-variabel linguistik yang merepresentasikan bobot kepentingan untuk setiap kriteria adalah :  $T$  (kepentingan)  $W = \{KP, AP, P, CP, SP\}$  dengan  $KP =$  Kurang Penting,  $AP =$  Agak Penting,  $P =$  Penting,  $CP =$  Cukup Penting dan  $SP =$  Sangat Penting.
2. Sedangkan derajat kecocokan alternatif-alternatif dengan kriteria keputusan adalah:  $T$  (kecocokan)  $S = \{KC, AC, C, CC, SC\}$

dengan KC = Kurang Cocok, AC = Agak Cocok, C = Cocok, CC = Cukup Cocok dan SC = Sangat Cocok.

3. Fungsi keanggotaan untuk setiap elemen direpresentasikan dengan menggunakan bilangan *fuzzy* sebagai berikut:

- KP = KC = (0; 0; 0,25)
- AP = AC = (0; 0,25; 0,5)
- P = C = (0,25; 0,5; 0,75)
- C = CC = (0,5; 0,75; 1)
- SP = SC = (0,75; 1; 1)

4. Mensubstitusikan Sit dan Wt dengan bilangan *fuzzy* segitiga ke setiap variabel linguistik ke dalam persamaan (4), (5) dan (6) sehingga diperoleh nilai kecocokan *fuzzy* sebagaimana Tabel 4. berikut:

Tabel 4. Indeks Kecocokan *Fuzzy*

Alternatif	Indeks Kecocokan <i>Fuzzy</i>		
A1	0,15625	;	0,453125 ; 0,75
A2	0,25	;	0,546875 ; 0,765625
A3	0,125	;	0,375 ; 0,65625

5. Seleksi Alternatif Optimal

Mensubstitusikan indeks kecocokan *fuzzy* dengan derajat kecocokan ( $a$ ) = 0,9 ke dalam Metode Total Integral seperti pada persamaan (7) maka diperoleh nilai total integral :

$$I_1^a(F_1) = \left(\frac{1}{2}\right)(a.Z_1 + Q_1 + (1-a).Y_1)$$

$$I_1^a(F_1) = \left(\frac{1}{2}\right)((0,9). (0,75) + 0,453125 + (1- 0,9). (0,15625))$$

$$I_1^a(F_1) = \left(\frac{1}{2}\right)(0,675 + 0,453125 + (0,1).(0,15625))$$

$$I_1^a(F_1) = \left(\frac{1}{2}\right)(0,675 + 0,453125 + 0,015625)$$

$$I_1^a(F_1) = \left(\frac{1}{2}\right)(1,14375)$$

$$I_1^a(F_1) = 0,571875$$
  

$$I_2^a(F_3) = \left(\frac{1}{2}\right)(a.Z_3 + Q_3 + (1-a).Y_3)$$

$$I_2^a(F_3) = \left(\frac{1}{2}\right)((0,9). (0,65625) + 0,375 + (1- 0,9). (0,125))$$

$$I_2^a(F_3) = \left(\frac{1}{2}\right)(0,590625 + 0,375 + (0,1).(0,125))$$

$$I_2^a(F_3) = \left(\frac{1}{2}\right)(0,590625 + 0,375 + 0,0125)$$

$$I_2^a(F_3) = \left(\frac{1}{2}\right)(1,978125)$$

$$I_2^a(F_3) = 0,4890625$$

$$I_1^a(F_2) = \left(\frac{1}{2}\right)(a.Z_2 + Q_2 + (1-a).Y_2)$$

$$I_1^a(F_2) = \left(\frac{1}{2}\right)((0,9).(0,765625) + 0,546875 + (1- 0,9). (0,25))$$

$$I_1^a(F_2) = \left(\frac{1}{2}\right)(0,6890625 + 0,546875 + (0,1).(0,25))$$

$$I_1^a(F_2) = \left(\frac{1}{2}\right)(0,6890625 + 0,546875 + 0,025)$$

$$I_1^a(F_2) = \left(\frac{1}{2}\right)(1,2609375)$$

$$I_1^a(F_2) = 0,63046875$$

### C. Pembahasan

Untuk pengujian sistem dilakukan dengan melihat hasil optimasi yang dihasilkan sistem sedangkan untuk pengujian metode dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian metode *fuzzy* yang dilakukan secara manual dan pada sistem. Untuk pengujian sistem, berdasarkan proses penyeleksian yang dilakukan didapat nilai optimasi masing-masing alternatif seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Optimasi

Nama Alternatif	Lokasi/Titik	Nilai Optimasi
ALTHALTE008	Depan SMK. N 1	<b>0,8242</b>
ALTHALTE010	Depan Stadion Semarang	<b>0,8242</b>
ALTHALTE009	Depan SMP. N 2	<b>0,8242</b>
ALTHALTE003	Samping Kantor Telkom	<b>0,7742</b>
ALTHALTE005	Depan Distributor Elpiji	<b>0,7703</b>
ALTHALTE006	Depan BRI Cab. Bengkulu	<b>0,7367</b>
ALTHALTE011	Depan Rumah Dinas Dandim	<b>0,7289</b>
ALTHALTE004	Depan Kantor Walikota dan Kejaksaan Tinggi	<b>0,7125</b>
ALTHALTE013	Kelurahan Kampung Kelawi	<b>0,6641</b>
ALTHALTE015	Depan SDN 20	<b>0,5688</b>
ALTHALTE018	Seberang Kantor Komatshu	<b>0,5688</b>
ALTHALTE001	Simpang Kelurahan Pasar Melintang	<b>0,5688</b>
ALTHALTE016	Depan Dirjen Perbendaharaan	<b>0,5688</b>
ALTHALTE012	Depan Perumahan BI	<b>0,518</b>
ALTHALTE002	Depan Universitas Hazairin	<b>0,507</b>
ALTHALTE017	Depan RM. Sumpit Mas	<b>0,4586</b>
ALTHALTE014	Seberang Sekolah Sapta Bhakti	<b>0,4117</b>
ALTHALTE007	Depan Columbia	<b>0,3523</b>
ALTHALTE020	Dekat simpang Bandara Fatmawati	<b>0,3523</b>
ALTHALTE019	Depan SDN 76	<b>0,3523</b>

Berdasarkan pengujian sistem yang dilakukan dan ditunjukkan oleh Tabel 5, terdapat lima titik halte bus umum yang ada memiliki nilai optimasi di bawah 0,5 yaitu pada Jalan Adam Malik di depan RM. Sumpit Mas, pada Jalan Mahakam Raya di seberang AKPER Sapta Bhakti, pada Jalan S.Parman di depan Colombia,

pada Jalan Padang Kemiling di depan Bandara Fatmawati dan pada Jalan DP. Negara depan SDN 76 Kota Bengkulu.

Dapat disimpulkan bahwa kelima titik tersebut dianggap belum efisien untuk menjadi alternatif halte Bus Sekolah di Kota Bengkulu. Ini dikarenakan semakin tinggi nilai keoptimisan maka tingkat keoptimisan terhadap alternatif keputusan yang efisien semakin tinggi. Sedangkan kelima titik tersebut memiliki nilai optimasi di bawah ambang 0,5.

Untuk pengujian Metode *Fuzzy MCDM*, berdasarkan perbandingan hasil implementasi metode *Fuzzy MCDM* pada sistem dan perhitungan secara manual, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode ini telah berhasil. Ini ditunjukkan dengan hasil perhitungan yang diimplementasikan pada sistem dan perhitungan secara manual menghasilkan nilai yang sama.

Di samping itu juga dilakukan uji kelayakan dan kinerja sistem berdasarkan tiga aspek penilaian yakni tampilan, kemudahan pengguna dan kinerja sistem. Pengujian dilakukan menggunakan angket yang diberikan kepada *user/pengguna* sistem (satu orang) pada Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Kota Bengkulu. Berdasarkan uji kelayakan dan kinerja sistem menunjukkan SDSS FMCDM Penentuan Lokasi Halte Bus Sekolah di Kota Bengkulu tergolong baik.

## VI. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis, hasil dan pembahasan mengenai *Spatial Decision Support Systems* (SDSS) menggunakan metode FMCDM yang telah dibangun, maka terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan, yaitu:

1. *Spatial Decision Support Systems* (SDSS) Penentuan Lokasi Pembangunan Halte Bus Sekolah di Kota Bengkulu menggunakan metode FMCDM berhasil dibangun dengan menggunakan Delphi 7 dan Script Avenue ArcView 3.3 serta database Oracle XE sudah dapat berjalan dengan baik.
2. Terdapat lima titik lokasi halte bus saat ini baik yang masih terawat ataupun tidak terawat yang kurang efisien untuk menjadi alternatif halte bus sekolah

(SMAN sederajat) di Kota Bengkulu dengan nilai optimasi di bawah 0,5.

3. *Spatial Decision Support Systems* (SDSS) Penentuan Lokasi Halte Bus Sekolah di Kota Bengkulu ini berdasarkan uji kelayakan yang dilakukan di Dishubkominfo Kota Bengkulu dapat menjadi salah satu solusi penyelesaian permasalahan dalam penentuan lokasi halte yang optimal dan sesuai serta dapat membantu memberikan masukan kepada pemerintah dalam menentukan lokasi halte bus sekolah yang *aksesibilitas*, efektif dalam pembangunannya, namun memenuhi syarat dan kriteria yang ada.

## VII. SARAN

istem ini tidak hanya terbatas pada penyelesaian permasalahan dalam penentuan lokasi halte bus sekolah yang optimal dan sesuai, tapi juga agar bisa dikembangkan sebagai sistem yang dapat menyeleksi penentuan lokasi dengan bentuk penyelesaian yang lebih dinamis lagi. Dimana dalam penentuan bobot kecocokan antara alternatif keputusan dengan kriteria penyeleksian dapat dilakukan secara otomatisasi dengan mengintegrasikannya ke dalam sistem. Selain itu agar sistem benar-benar sesuai dengan aturan pemerintah yang ada, hendaknya ada kerjasama yang baik antara penyelenggara dan pembuat sistem hingga tercipta suatu sistem yang benar-benar sesuai dengan aturan yang ada.

## REFERENSI

- [1] Yanuarini, Shanti. 2009. *Bis Sekolah vs Mobil Pribadi*[online]. Tersedia : [www.wikimu.com](http://www.wikimu.com) [3 Agustus 2011].
- [2] Dirjen Perhubungan Darat. 1996. *Draft Pedoman Teknis Perekayasaan Tempat Perhentian Kendaraan Penumpang Umum*. Jakarta : Departemen Perhubungan, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- [3] Rakhmat, M.I. 2003. *Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Penumpang Dalam Pemilihan Lokasi Perhentian Bis Di Yogyakarta*. Skripsi Sarjana-I, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada.
- [4] Susilowati, Endah. 2010. *Penentuan Jumlah dan Lokasi Halte Rute 1 Bus Rapid Transit (BRT) di Surakarta dengan Model Set Covering Problems* [online]. Tersedia : [www.digilib.uns.ac.id](http://www.digilib.uns.ac.id) [28 Juni 2011]
- [5] Departemen Geografi FMIPA UI. 2011. *Perguruan Tinggi dan Keahlian Geospasial*. Jakarta : Departemen Geografi FMIPA UI.