



Pemilihan Jalur Alternatif Menuju Objek Wisata Kota Bukittinggi dengan Logika Fuzzy

Dona Kurnia^a, Febby Kesumaningtyas^b

^aProgram Studi Manajemen Informatika, Amik Bukittinggi, jauzakiting@yahoo.com

Abstract

The research entitled "Alternative Line Selection Towards Tourism Object of Bukittinggi City with Fuzzy Logic" chooses fuzzy logic as decision support in determining alternative path to tourist object because fuzzy logic able to give more optimal output compared to other method. The criteria used in this study is the length of the road, road density and road conditions. The criteria are chosen based on almost all tourist attraction in the city of Bukittinggi located in the heart of the city of Bukittinggi which requires tourists to pass the crowd along the main route of the city of Bukittinggi. For road density criteria will be determined by day, because not every day traffic density occurs. Google Map has provided alternative pathways that must be skipped but has not provided an optimal decision. The Google Map provides an alternative only to the length of the road and the time to go, while information on road density and road conditions is not available. Therefore in this research will be produced how fuzzy logic able to give decision in choosing alternative path to tourist object in town of bukittinggi with criterion of road length, road density and road condition. This research is supported by PHP programming language, MySQL and Google Map API.

Keywords: Alternative Line, Criteria, Fuzzy Logic, Tourist Attraction

Abstrak

Penelitian dengan judul "Pemilihan Jalur Alternatif Menuju Objek Wisata Kota Bukittinggi dengan Logika Fuzzy" memilih logika fuzzy sebagai penunjang keputusan dalam menentukan jalur alternatif menuju objek wisata dikarenakan logika fuzzy mampu memberikan output yang lebih optimal dibandingkan dengan metode yang lain. Kriteria yang digunakan pada penelitian ini adalah Panjang jalan, kepadatan jalan dan kondisi jalan. Kriteria tersebut dipilih berdasarkan hampir seluruh objek wisata yang ada di kota bukittinggi terletak di jantung kota bukittinggi yang mengharuskan wisatawan melewati keramaian disepanjang jalur utama kota bukittinggi. Untuk kriteria kepadatan jalan akan ditentukan berdasarkan hari, karena tidak setiap hari kepadatan lalu lintas terjadi. Google Map telah menyediakan jalur-jalur alternatif yang harus dilewati namun belum memberikan keputusan yang optimal. Google Map memberikan alternatif hanya pada panjang jalan dan waktu yang harus dilewati, sedangkan informasi tentang kepadatan jalan dan kondisi jalan tidak tersedia. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dihasilkan bagaimana logika fuzzy mampu memberikan keputusan dalam pemilihan jalur alternatif menuju objek wisata yang ada di kota bukittinggi dengan kriteria panjang jalan, kepadatan jalan dan kondisi jalan. Penelitian ini ditunjang dengan bahasa pemrograman PHP, MySQL serta Google Map API.

Kata Kunci : Jalur Alternatif, Kriteria, Logika Fuzzy, Objek wisata

© 2017 Prosiding SISFOTEK

1. Pendahuluan

Pariwisata merupakan sektor andalan dari kota Bukittinggi karena banyaknya objek wisata yang menarik sehingga Kota Bukittinggi di Juluki "Kota Wisata". Objek wisata yang terkenal adalah Jam Gadang, Ngarai Sianok, Taman Panorama, Lubang Japang, Janjang Koto Gadang (Great Wall), Taman Bundo Kandung, Kebun Binatang Bukittinggi, Benteng Fort de Kock, Jembatan Limpapeh. Pada tahun 2012, jumlah wisatawan mancanegara yang

mengunjungi kota Bukittinggi mencapai 26.629 orang. Saat ini di Bukittinggi terdapat sekitar 60 hotel dan 15 biro perjalanan [1]. Kota Bukittinggi merupakan pilihan utama bagi masyarakat yang berada di pulau sumatera karena banyaknya objek wisata yang terdapat di kota bukittinggi serta banyaknya wisata kuliner dengan hidangan makanan padang yang menggugah selera.

Dengan meningkatnya wisatawan yang mengunjungi kota bukittinggi membuat jalur lalu lintas menjadi sibuk terutama pada jalur-jalur utama. Kepadatan lalu

lintas selalu menjadi penghalang untuk wisatawan menuju lokasi wisata dikarenakan hampir seluruh objek wisata di kota bukittinggi berada di jantung kota bukittinggi yang sangat padat. Pemilihan jalur alternatif digunakan untuk memudahkan wisatawan untuk menuju objek wisata yang ada di kota bukittinggi, Google Map telah menyediakan jalur-jalur alternatif yang harus dilewati namun belum memberikan keputusan yang optimal, Google Map memberikan alternatif hanya pada panjang jalan yang harus dilewati, sedangkan informasi tentang kepadatan jalan dan kondisi jalan tidak tersedia. Untuk itu Penulis melakukan penelitian dengan judul “Pemilihan jalur alternatif menuju objek wisata Kota bukittinggi dengan logika fuzzy”. Logika Fuzzy dipilih karena Logika Fuzzy merupakan suatu bentuk model pendukung keputusan yang mampu memberikan output yang lebih optimal dalam memilih jalur alternatif untuk menuju objek wisata yang ada di kota bukittinggi dibandingkan logika yang lain. Penelitian ini akan diimplementasikan kedalam sebuah aplikasi yang dirancang dengan bahasa pemrograman PHP, MySQL dan didukung Google Map API.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang suatu sistem pendukung keputusan yang tepat dalam menentukan jalur alternatif yang lebih optimal untuk menuju objek wisata di Kota Bukittinggi.
2. Menguji sejauh mana logika fuzzy metode Sugeno mampu membantu dalam menentukan jalur alternatif menuju objek wisata di Kota Bukittinggi.
3. Membangun sebuah aplikasi yang dapat memudahkan pemilihan jalur alternatif menuju objek wisata di Kota Bukittinggi dengan mengimplementasikan logika fuzzy sugeno ke dalam aplikasi tersebut.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Logika Fuzzy

Logika Fuzzy pertama kali dikemukakan oleh Lotfi A, Zadeh dari University of California di Barkley tahun 1965 pada kertas dan ide itu dijabarkan dalam 1973 yang memperkenalkan konsep himpunan fuzzy. Logika fuzzy merupakan sebuah metode berhitung tapi disimbolkan dengan kata-kata sebagai pengganti bilangan [2], kata-kata yang digunakan adalah kata sehari-hari yang biasa digunakan manusia.

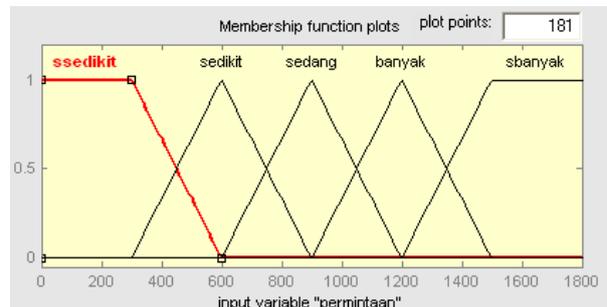
Tahapan-tahapan yang digunakan dalam Logika Fuzzy adalah :[2]

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Pada tahapan ini akan ditentukan variabel-variabel, himpunan fuzzy, semesta pembicaraan dan domain apa saja yang akan digunakan dalam menentukan output

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

- a. Variable fuzzy
Variabel adalah kriteria yang digunakan dalam pengambilan keputusan. Contoh: pendapatan, kondisi rumah, jumlah tanggungan, dsb.
- b. Himpunan Fuzzy
Himpunan fuzzy adalah sub kriteria atau bagian - bagian didalam suatu variabel atau kriteria
Contoh:
Variable Permintaan, terbagi menjadi 5 himpunan fuzzy , yaitu: sangat sedikit, sedikit, sedang, banyak dan sangat banyak.
Seperti terlihat pada gambar 2.1.



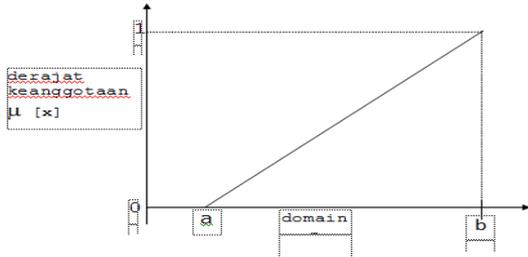
Gambar 2.1 Himpunan Fuzzy pada Variabel Permintaan

- c. Semesta Pembicaraan
Semesta pembicaraan adalah rentang nilai yang digunakan yang digunakan dalam variabel fuzzy . Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Ada kalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.
Contoh:
Semesta pembicaraan untuk variable permintaan: [0 1800]
 - d. Domain
Domain himpunan fuzzy hampir sama seperti semesta pembicaraan hanya saja domain himpunan fuzzy merupakan rentang nilai yang diberikan untuk subkriteria atau himpunan fuzzy. Nilai domain dapat berupa bilangan positif dan bilangan negatif.
Contoh domain himpunan fuzzy :
a. ssedikit = [0 600]
b. sedikit = [300 900]
c. sedang = [600 1200]
d. banyak = [900 1500]
e. sbanyak = [1200 1800].
2. Menentukan Fungsi Keanggotaan
Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan himpunan fuzzy berdasarkan domain himpunan fuzzy, suatu himpunan fuzzy memiliki nilai keanggotaan atau dikenal dengan nama interval 0 sampai 1

Ada beberapa fungsi keanggotaan yang dapat digunakan yaitu :

1. Linear Naik

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 2.2 Representasi Linear Naik

Fungsi Keanggotaan dinyatakan dengan :

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

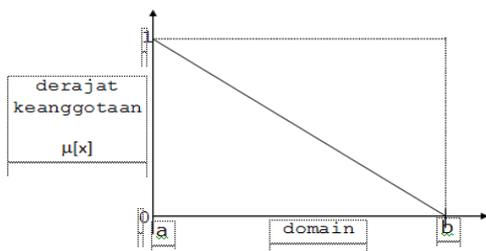
Dimana :

- x : Nilai Input yang akan di ubah ke dalam bilangan fuzzy
- a : Nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol
- b : Nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

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.

2. Linear Turun

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



Gambar 2.3 Representasi Linear Turun

Fungsi Keanggotaan dinyatakan dengan :

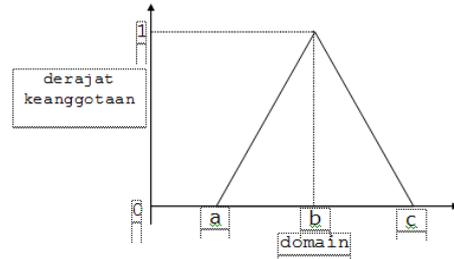
$$\mu[x] = \begin{cases} (b - x) / (b - a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

Dimana :

- x : nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan fuzzy
- a : nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol
- b : nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

3. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier) seperti terlihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan dinyatakan dengan :

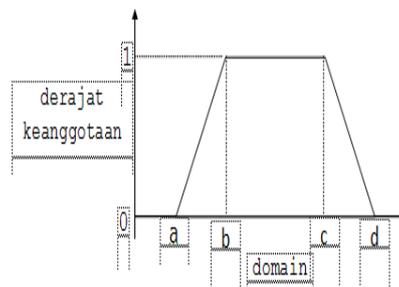
$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a) / (b - a); & a \leq x \leq b \\ (c - x) / (c - b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (3)$$

Dimana :

- x : nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan fuzzy
- a : nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol
- b : nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu
- c : nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol

4. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja pada rentang tertentu ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1



Gambar 2.5 Kurva Trapesium

Fungsi Keanggotaan dinyatakan dengan :

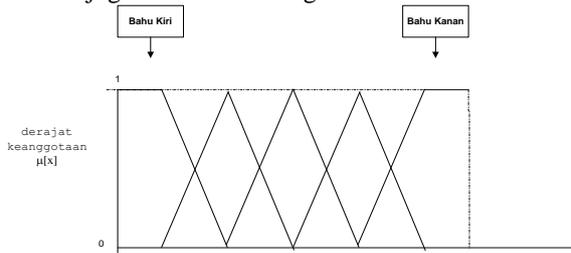
$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c); & x \geq d \end{cases} \quad (4)$$

Dimana :

- x : nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan fuzzy
- a : nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol
- b : nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan satu
- c : nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan satu
- d : nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol

5. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang dipresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun. Tetapi terkadang salah satu sisi dari variable 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.



Gambar 2.6 Kurva Bentuk Bahu

Fungsi Keanggotaan dinyatakan dengan :

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \leq b \\ (b-x)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq a \\ 0; & x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (5)$$

Dimana :

- x : nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan fuzzy
- a : nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol
- b : nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

3. Pembentukan Rule

Pada tahap ini ditentukan aturan-aturan yang digunakan dalam membuat logika dengan logika fuzzy yang dinamakan dengan Rule. Rule menggunakan statement IF-THEN dalam menentukan output yang akan dihasilkan berdasarkan input yang digunakan.

Contoh pembentukan rule :

1. **If** Panjang jalan pendek **and** Kepadatan jalan padat **and** Kondisi jalan baik **then** Jalur tempuh optimal
 2. **If** Panjang jalan pendek **and** Kepadatan jalan padat **and** Kondisi jalan sedang **then** Jalur tempuh kurang optimal
4. Defuzzifikasi
- Defuzzifikasi adalah perhitungan yang digunakan dalam mencari output dari logika fuzzy. Ada beberapa metode defuzzifikasi diantaranya :
- a. Metode Centroid.
Pada metode ini penetapan nilai crisp dengan cara mengambil titik pusat daerah fuzzy.
 - b. Metode Bisektor.
Pada metode ini , solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain fuzzy yang memiliki nilai keanggotaan seperti dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah fuzzy.
 - c. Metode Means of Maximum (MOM).
Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.
 - d. Metode Largest of Maximum (LOM)
Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.
 - e. Metode Smallest of Maksimum (SOM).
Solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

2.2 Logika Fuzzy Sugeno

Metode sugeno diperkenalkan pertama kali oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Penalaran fuzzy sugeno hampir mirip seperti penalaran mamdani hanya berbeda hanya saja output (konsekuen). Pada fuzzy sugeno sistemnya tidak berupa himpunan fuzzy melainkan berupa konstanta atau persamaan linier. Sistem fuzzy Sugeno memperbaiki kelemahan yang dimiliki oleh sistem fuzzy murni untuk menambah suatu perhitungan matematika sederhana sebagai bagian THEN. Pada perubahan ini, sistem fuzzy memiliki suatu nilai rata-rata tertimbang (*Weighted Average Values*) di dalam bagian aturan fuzzy IF-THEN. Sistem fuzzy Sugeno juga memiliki kelemahan terutama pada bagian THEN, yaitu dengan adanya perhitungan matematika sehingga tidak dapat menyediakan kerangka alami untuk merepresentasikan pengetahuan manusia dengan sebenarnya. Permasalahan kedua adalah tidak adanya kebebasan untuk menggunakan prinsip yang berbeda dalam logika fuzzy, sehingga ketidakpastian dari sistem fuzzy tidak dapat direpresentasikan secara baik dalam kerangka ini [3].

2.3 Google Map API

Maps adalah teknologi pemetaan berbasis web yang menampilkan citra satelit beresolusi tinggi yang digunakan untuk peta jalan. Didalam aplikasi Maps juga terdapat untuk rute sepeda, pejalan kaki, mobil serta penentuan lokasi bisnis di kota-kota berbagai negara seluruh dunia yang di sediakan oleh *DigitalGlobe* dengan satelitnya *QuickBird*, serta data dari *Geographic Information System (GIS)* buatan Tele Atlas, NAVTEQ, dan MapABC . sedangkan Google Maps API adalah fasilitas akses yang diberikan Google kepada pengembang para pengembang web yang ingin mengaplikasikan Google Maps ke dalam situs mereka buat secara gratis .

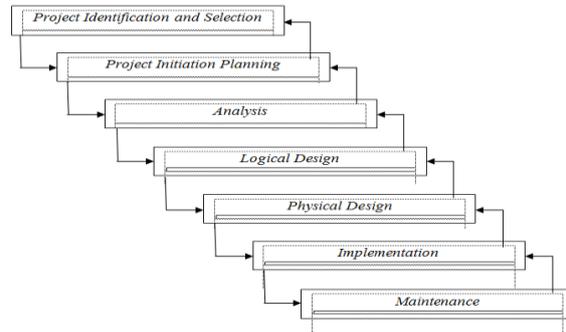
Pada *Google Maps API* terdapat 4 jenis pilihan model peta yang disediakan oleh Google yaitu:

- ROADMAP, untuk menampilkan peta biasa 2 dimensi
- SATELLITE, untuk menampilkan foto satelit
- TERRAIN, untuk menunjukkan relief fisik permukaan bumi dan menunjukkan seberapa tingginya suatu lokasi, contohnya akan menunjukkan gunung dan sungai
- HYBRID, untuk menunjukkan foto satelit yang diatasnya tergambar pula apa yang tampil pada ROADMAP (jalan dan nama kota) [4]

3. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini metode penelitian yang digunakan adalah Sistem Development Life Cycle. Metode penelitian dan pengembangan adalah suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat dipertanggungjawabkan dimana produk tersebut tidak selalu berbentuk benda atau perangkat keras (*hardware*), seperti buku, modul, alat bantu pembelajaran di kelas atau di laboratorium, tetapi bisa juga perangkat lunak (*software*), seperti program komputer untuk pengolahan data, pembelajaran di kelas, perpustakaan atau laboratorium, ataupun model-model pendidikan pembelajaran, pelatihan, bimbingan, evaluasi dan manajemen. Pendekatan pengembangan yang digunakan model 4D (*four-D model*). Adapun tahapan model pengembangan meliputi tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*) dan tahap ujicoba (*disseminate*).

Model pengembangan sistem yang digunakan yaitu Sistem *Development Life Cycle (SDLC)* yang terdiri dari 7 subsiklus, seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 3.1 Diagram SDLC

1. Identification and Selection

Pada fase ini adalah awal dari kegiatan penelitian dimana dilakukan peninjauan langsung kelokasi penelitian. Adapun kegiatan pada fase ini adalah mengamati jalur-jalur yang dilewati oleh objek wisata.

2. Initiation and Planning

Pada tahap ini menganalisa jalur-jalur mana yang terdekat dengan objek wisata serta jalur mana yang tepat dan cepat menuju objek wisata yang ingin dikunjungi. Maka itu disusunlah rencana / planning untuk menentukan jalur alternatif menuju objek wisata Kota Bukittinggi.

3. Analysis

Pada tahap ini menganalisa sistem yang ada dan mengupayakan perbaikan atau mengatasi masalah yang ada dalam arti upaya peningkatan terhadap sistem yang lama, seperti menganalisa jalur-jalur alternatif yang bisa digunakan menuju objek wisata dan menganalisa sistem yang ada selama ini seperti Google Map, Google Map telah menyediakan jalur-jalur alternatif yang harus dilewati namun belum memberikan keputusan yang optimal, Google Map memberikan alternatif hanya pada panjang jalan dan waktu yang harus dilewati, sedangkan informasi tentang kepadatan jalan dan kondisi jalan tidak tersedia.

4. Logical Design

Pada fase ini adalah penentuan kriteria dan sub kriteria serta bagaimana Logika Fuzzy Mampu memberikan keputusan dalam pemilihan jalur alternatif menuju objek wisata Kota Bukittinggi

5. Physical Design

Fase ini merupakan kelanjutan dari fase ke-4 yaitu dengan mengkonversi/ menterjemahkan rancangan logika yang telah terbentuk kedalam bahasa pemrograman yang ditetapkan atau disebut juga dengan proses *Coding*. Mengimplementasikan perhitungan manual logika fuzzy ke dalam aplikasi yang dibuat.

6. Implementation

Sesuai dengan namanya, maka pada fase ini dilakukan implementasi terhadap modul program aplikasi yang telah dibangun, yaitu mulai dari meng-*install* sistem

operasi, Aplikasi pemilihan jalur alternatif menuju objek wisata Kota Bukittinggi

7. Maintenance

Pada fase ini merupakan fase pemeliharaan sistem yaitu kegiatan kemungkinan melakukan pemutakhiran (*update*) data, mengganti sistem database, maupun mengkonversi kebahasa pemrograman terbaru suatu saat nanti.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisa Sistem

Sebelum melakukan rancangan sistem akan lebih baik kita menganalisa masalah-masalah jalur lalu lintas yang ada di kota bukittinggi diantaranya :

1. Kepadatan lalu lintas

Kota bukittinggi dikenal sebagai kota wisata, dikarenakan banyaknya objek-objek wisata di kota bukittinggi baik objek wisata alam , bangunan dan sejarah. Sehingga pada akhir pekan dan hari-hari libur sekolah bukittinggi banyak sekali dikunjungi oleh wisatawan yang akan menikmati objek wisata di kota bukittinggi, hal ini menyebabkan arus lalu lintas agak tersendat terutama di sekitaran pasar grosir yang dilewati sebelum memasuki kota bukittinggi.

2. Kondisi Jalan

Kondisi jalan di kota bukittinggi memang baik, namun untuk mencari jalur-jalur tertentu keadaan jalan banyak bermasalah terutama banyak jalan yang diberi sekat atau sering disebut tanggul, sehingga akan menghambat dalam perjalanan wisatawan menuju objek wisata. Dan juga jalan yang menuju kota bukittinggi banyak yang sempit dan berbelok serta mendaki.

3. Panjang jalan

Jalan menuju kota bukittinggi banyak yang berbelok-belok dan mendaki sehingga membuat perjalanan menjadi lama sehingga perjalanan menjadi lama. Hal ini disebabkan oleh jalur-jalur yang dilalui menjadi panjang.

4.2 Desain Sistem Logika Fuzzy

Metode fuzzy yang digunakan pada penelitian ini adalah logika fuzzy sugeno, logika fuzzy sugeno lebih tepat digunakan dalam penelitian ini dikarenakan hasil yang defuzzifikasinya lebih tepat. Sebelum masuk dalam perancangan sistem dengan metode Sugeno kita perlu menentukan kriteria apa saja yang akan kita uji, dari kriteria-kriteria diatas, banyak kriteria yang tidak dapat kita ambil sebagai kriteria pemilihan jalur alternatif menuju objek wisata bukittinggi yaitu :

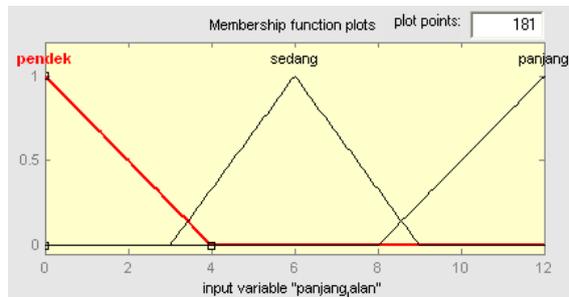
Untuk lebih jelasnya kriteria di atas dapat kita lihat pada tabel 4.1 :

Tabel 4.1 Tabel Semesta Pembicaraan Variabel *Fuzzy*

Fungsi	Variabel	Notasi	Semesta Pembicaraan	Jalur tempuh
Input	Panjang Jalan	<i>A</i>	[0 – 120]	Panjang jalan dari posisi awal pengunjung
	Kepadatan jalan	<i>B</i>	[0 - 120]	Kepadatan kendaraan dikota bukittinggi
	Kondisi jalan	<i>C</i>	[0 – 3]	Kondisi jalan dikota bukittinggi
Output	Jalur tempuh	<i>D</i>	[0 – 2]	Jalur tempuh adalah keluaran dari logika fuzzy

1. Variabel Input Panjang jalan

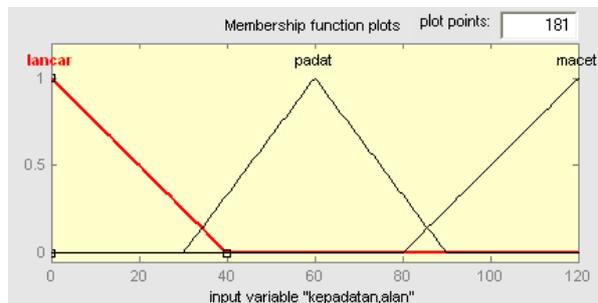
Pada variabel Panjang jalan didefinisikan tiga himpunan *fuzzy*, yaitu pendek, sedang, dan panjang. Untuk merepresentasikan variabel Panjang jalan digunakan bentuk kurva Linear turun untuk himpunan *fuzzy* pendek, bentuk kurva segitiga untuk himpunan *fuzzy* sedang, dan bentuk kurva linear naik untuk himpunan *fuzzy* panjang. Berikut gambar himpunan *fuzzy* untuk variabel Panjang jalan ditunjukkan pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Himpunan Fuzzy Panjang jalan

2. Variabel Input Kepadatan Jalan

Pada variabel Kepadatan jalan didefinisikan tiga himpunan *fuzzy*, yaitu Lancar, padat, dan macet. Untuk merepresentasikan variabel Kepadatan jalan digunakan bentuk kurva Linear turun untuk himpunan *fuzzy* lancar, bentuk kurva segitiga untuk himpunan *fuzzy* padat, dan bentuk kurva linear naik untuk himpunan *fuzzy* macet. Berikut gambar himpunan *fuzzy* untuk variabel Kepadatan jalan ditunjukkan pada Gambar 4.2

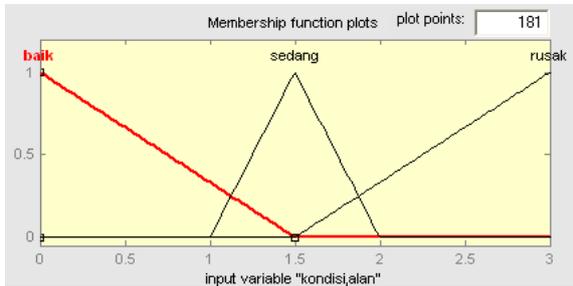


Gambar 4.2 Himpunan Fuzzy Kepadatan jalan

3. Variabel Input Kondisi Jalan

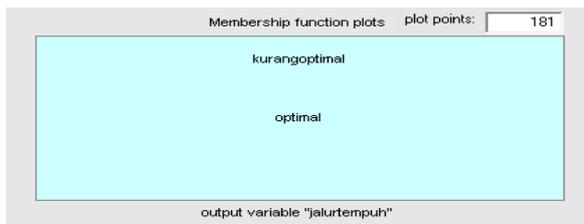
Pada variabel Kondisi jalan didefinisikan tiga himpunan *fuzzy*, yaitu Baik, sedang, dan rusak. Untuk merepresentasikan variabel Kondisi jalan digunakan bentuk kurva linear turun untuk himpunan *fuzzy* baik,

bentuk kurva segitiga untuk himpunan *fuzzy* sedang, dan bentuk kurva linear naik untuk himpunan *fuzzy* rusak. Berikut gambar himpunan *fuzzy* untuk variabel Kondisi jalan ditunjukkan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Himpunan Fuzzy Kondisi jalan

4. Variabel Output Jalur tempuh
 Pada variabel Jalur tempuh didefinisikan dua himpunan *fuzzy*, yaitu optimal dan kurang optimal. Untuk merepresentasikan variabel Jalur tempuh digunakan bentuk kurva linear turun untuk himpunan *fuzzy* kurang optimal. Berikut gambar himpunan *fuzzy* untuk variabel Jalur tempuh ditunjukkan pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Himpunan Fuzzy Jalur tempuh

4.3 Penalaran Logika Fuzzy

Apabila wisatawan berada pada Titik awal = Padang Luar dengan Tujuan= Panorama Ngarai Sianok dan Hari= Sabtu

Jalur-jalur yang dapat dilewati :

- Jl Jend sudirman manna
- Jl Banuhampu

1. Untuk jalur Jl.Jend Sudirman

a. Panjang jalan = 6,1 km

Perhitungan fuzzifikasi untuk panjang jalan = 6,1 Km

- $\mu_{Pendek}(6,1) = 6,1 \text{ berada pada posisi } x \geq 4$
 $= 6,1 \geq 4$
 $= 0$
- $\mu_{Sedang}(6,1) = 6,1 \text{ berada pada posisi } 6 \leq x \leq 9$
 $= \frac{c-x}{c-b} = \frac{9-6,1}{9-6} = \frac{2,9}{3}$
 $= 0,97$
- $\mu_{Panjang}(6,1) = 6,1 \text{ berada pada posisi } x \leq 8$
 $= 6,1 \leq 8$
 $= 0$

b. Kepadatan jalan = 110 (Macet)

Perhitungan fuzzifikasi untuk kepadatan jalan = 110 (macet)

- $\mu_{Lancar}(110) = 110 \text{ berada pada posisi } x \geq 40$
 $= 110 \geq 40$
 $= 0$
- $\mu_{Padat}(110) = 110 \text{ berada pada posisi } x \leq 30 \text{ Atau } x \geq 90$
 $= 110 \geq 90$
 $= 0$
- $\mu_{Macet}(110) = 110 \text{ berada pada posisi } 80 \leq x \leq 120$
 $= \frac{x-a}{b-a} = \frac{110-80}{120-80} = \frac{30}{40}$
 $= 0,75$

c. Kondisi jalan = 1 (Baik)

Perhitungan fuzzifikasi untuk kondisi jalan = 1

- $\mu_{Baik}(1) = 1 \text{ berada pada posisi } 0 \leq x \leq 1,5$
 $= \frac{b-x}{b-a} = \frac{1,5-1}{1,5-0} = \frac{0,5}{1,5}$
 $= 0,33$
- $\mu_{Sedang}(1) = 1 \text{ berada pada posisi } 0 \leq x \leq 1,5$
 $= \frac{x-a}{b-a} = \frac{1-0}{1,5-0} = \frac{1}{1,5}$
 $= 0,67$
- $\mu_{Rusak}(1) = 1 \text{ berada pada posisi } x \leq 1,5$
 $= 1 \leq 1,5$
 $= 0$

d. Defuzzifikasi

Pada tahap ini adalah menentukan variabel linguistik keputusan dari setiap rule yang telah dibuat. Berikut adalah variabel linguistik untuk jalur tempuh dari setiap rule

1. Kurang Optimal memiliki nilai 1.
2. Optimal memiliki nilai 2

Kemudian dilakukan perhitungan defuzzifikasi dengan rumus rata-rata (Average) :

$$\text{Jalur Tempuh} = \frac{\sum a_i z_i}{\sum a_i}$$

Dari proses implikasi dalam mencari nilai minimum yang terdapat pada proses kedua dan penetapan nilai z, maka didapatkan hasil a_i dan z_i dari masing-masing rule yaitu :

Tabel 4.2 Nilai a-predikat dan nilai z Alternatif 1

No	Nilai a ke-	Nilai z ke-
1.	0	2
2.	0	2
3.	0	1
4.	0	2
5.	0	1
6.	0	1
7.	0	1
8.	0	1
9.	0	1
10.	0	2
11.	0	2

11.	0,375	2
12.	0	1
13.	0	2
14.	0	1
15.	0	1
16.	0	1
17.	0	1
18.	0	1
19.	0	2
20.	0	2
21.	0	1
22.	0	2
23.	0	1
24.	0	1
25.	0	1
26.	0	1
27.	0	1

Dari data yang ada pada tabel 4.8, kemudian dimasukan kedalam rumus average dan akan didapatkan hasil sebagai berikut :

Jalur Tempuh =

$$\frac{0,75}{0,375} = 2$$

Berdasarkan hasil yang didapat dari proses defuzzifikasi, maka jalur tempuh yang didapatkan bernilai 2 yaitu optimal dan hasil tersebut sesuai dengan rule yang telah ditentukan. Maka jalur tempuh Jl Banihampu optimal dilewati saat itu.

Berikut hasil pengujian terhadap ke 3 variabel yang digunakan.

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian terhadap kriteria dengan data real. Pada bagian ini akan terlihat bagaimana logika fuzzy mampu melakukan pemilihan jalur alternatif menuju objek wisata di kota bukitinggi.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Dengan Fuzzy Sugeno

No	Input			Output	Ket	rule
	PJ	KJ	DJ			
1	6,1	110	1	1	Kurang Optimal	Sesuai
2	6,5	25	1,5	2	Optimal	Sesuai
3	4,9	40	2	1	Kurang Optimal	Sesuai
4	8,2	90	1	1	Kurang Optimal	Sesuai
5	10	20	1	2	Optimal	Sesuai
6	7,6	35	1,5	2	Optimal	Sesuai
7	6,2	89	1,5	1	Kurang Optimal	Sesuai
8	5,6	40	1	2	Optimal	Sesuai
9	4,5	60	2	1	Kurang Optimal	Sesuai
10	8,2	30	1	2	Optimal	Sesuai

Ket:

- PJ (Panjang Jalan)
- KJ (Kepadatan Jalan)
- DJ (Kondisi Jalan)

Dari tabel diatas dapat dilihat seluruh pengujian yang dilakukan sesuai dengan rule yang telah dirancang dengan jalur tempuh yang dihasilkan.

4.4 Implementansi Kedalam Aplikasi

Setelah merancang sistem dengan logika fuzzy dilanjutkan dengan implementasi logika fuzzy tersebut kedalam aplikasi yang akan dirancang. Berikut adalah tampilan untuk user yang telah dirancang :



Gambar 4.5 Tampilan User

Pada gambar 4.5 hari dijadikan sebagai acuan jalur alternatif untuk kepadatan jalan karena kepadatan jalan akan berbeda pada hari-hari tertentu.

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian ini dapat dilihat bahwa dalam menentukan pemilihan jalur alternatif menuju objek wisata kota bukitinggi dapat ditentukan dengan logika fuzzy metode sugeno ini tergambar dari hasil defuzzifikasi yang dihasilkan dengan aplikasi yang dirancang menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan perhitungan manual sehingga dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dengan logika fuzzy mampu memberikan keputusan yang lebih optimal tentang pemilihan jalur alternatif menuju objek wisata di Kota Bukittinggi
2. Aplikasi ini dibangun dengan menerapkan logika fuzzy sugeno. Dengan logika fuzzy sugeno ini lebih memudahkan wisatawan dalam memilih jalur alternatif menuju objek wisata di kota bukitinggi.
3. Hasil pengujian yang dilakukan pada aplikasi ini dengan data real menunjukkan bahwa Aplikasi ini dengan logika fuzzy sugeno bisa diterapkan pada pemilihan jalur alternatif menuju objek wisata kota Bukittinggi sehingga data yang didapatkan

wisatawan lebih optimal daripada tanpa Logika Fuzzy.

4. Dengan bahasa pemrograman PHP dengan menerapkan logika fuzzy mampu memberikan solusi terhadap pemilihan jalur alternatif menuju objek wisata kota Bukittinggi menjadi lebih cepat dan lebih efisien.
5. Aplikasi dengan logika Fuzzy sugeno ini dapat diterapkan dikota-kota lain dan dengan fasilitas-fasilitas yang lain.

5.2 Saran

Setelah penulis menyelesaikan tahapan akhir dari penelitian ini ada beberapa saran yang penulis sampaikan:

1. Dengan diterapkannya sistem ini diharapkan mampu memberikan solusi bagi wisatawan. Untuk itu sebaiknya sistem ini disosialisasikan terlebih dahulu kepada dinas pariwisata untuk dapat dijadikan acuan dalam menentukan jalur alternatif menuju objek wisata kota Bukittinggi.
2. Sistem ini akan dikembangkan dengan merancang sebuah aplikasi dengan tampilan yang interaktif dan dengan tools yang mudah digunakan bagi para wisatawan.
3. Penulis mengharapkan agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi wisatawan yang akan berkunjung ke kota bukittinggi.
4. Penulis menyadari bahwa sistem ini belum sepenuhnya sempurna, sehingga masih perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut. Untuk itu penulis mengharapkan saran yang akan membuat

Aplikasi ini dengan logika fuzzy ini semakin berkembang.

6. Daftar Rujukan

- [1] https://id.wikipedia.org/wiki/Kota_Bukittinggi#Pariwisata, “[Accessed 20 Februari 2017].”
- [2] A. Naba, *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab*. Andi Publisher Yogyakarta, 2009.
- [3] S. Kusumadewi, *Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab*. graha ilmu Yogyakarta, 2002.
- [4] E. T. Prabowo, “Sistem Informasi Geografis Dalam Pencarian Lokasi Museum di Daerah Istimewa Yogyakarta,” *J. Scr.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–23, 2013.