

Implementasi Fuzzy Logic untuk Menentukan Kelayakan Pembangunan Infrastruktur

Ertina Sabarita Barus^{*1}, Niskarto Zendrato²

^{*1}Program Studi Sistem Informasi, Universitas Prima Indonesia
Jl. Sekip Simpang Sikambing, Kec. Medan Petisah, Medan, Sumatera Utara
²Program Studi Sistem Informasi, Universitas Sumatera Utara
Jl. Dr. T. Mansur No.9 Padan Bulan Medan, Sumatera Utara
Email : ¹baruschild@gmail.com, ²niskarto@usu.ac.id

Abstrak

Sistem aplikasi simulasi komputer yang dapat menganalisis manfaat pembangunan sebuah proyek pembangunan infrastruktur di sebuah kecamatan dan disimulasikan dalam aplikasi fuzzy toolbox Matlab 7.9.2 Dalam menganalisis manfaat pembangunan infrastruktur digunakan beberapa aturan ilmu ekonomi dan studi kelayakan pembangunan infrastruktur yaitu aspek manfaat, aspek efektivitas dan aspek efisiensi. Aturan-aturan tersebut diterapkan pada hasil data manfaat saat dilakukan pembangunan infrastruktur di tahun pertama selanjutnya hasil data manfaat tersebut diproses dengan menggunakan penalaran logika fuzzy mamdani yang terdiri dari 2 proses inferensi. Dalam pemrosesan data input fuzzy menghasilkan output dari proses inferensi yang kemudian diklasifikasikan dalam 5 kondisi kelayakan yaitu, rendah, normal, tinggi, sangat tinggi dan tidak layak yang mana kondisi ini dijadikan sarana pendukung dalam pengambilan keputusan pembangunan infrastruktur di suatu daerah.

Kata Kunci: Mamdani, Logika Fuzzy

Abstract

A computer simulation application system that can analyze the benefits of developing an infrastructure development project in a sub-district and simulated in the fuzzy toolbox application Matlab 7.9.2 In analyzing the benefits of infrastructure development, several economic rules and feasibility studies for infrastructure development are used, namely aspects of benefits, aspects of effectiveness and aspects of efficiency. These rules are applied to the results of the benefit data when infrastructure development is carried out in the first year, then the results of the benefit data are processed using Mamdani fuzzy logic reasoning which consists of 2 inference processes. In processing fuzzy input data, it produces output from the inference process which is then classified into 5 eligibility conditions, namely, low, normal, high, very high and not feasible, which are used as a means of supporting infrastructure development decisions in an area..

Keywords: Mamdani, Fuzzy Logic

1. PENDAHULUAN

Perkembangan zaman yang semakin pesat memicu kinerja pemerintah dalam hal pemerataan pembangunan di tiap-tiap daerah di Indonesia. Pembangunan infrastruktur di setiap daerah merupakan salah satu usaha pemerintah untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat Indonesia. Sehingga untuk melihat sebuah pembangunan infrastruktur di suatu daerah tersebut sudah benar-benar bermanfaat untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat disekitarnya maka perlu dirancang sebuah aplikasi komputer yang dapat menganalisis manfaat pembangunan infrastruktur yang sudah dilaksanakan di suatu daerah tersebut sudah sesuai dengan tujuan pemerintah dan menunjukkan sebuah nilai persentase yang merepresentasikan tingkat kemakmuran rakyat setempat setelah dilaksanakan pembangunan infrastruktur.

Sistem ini merupakan analisis manfaat pembangunan infrastruktur berbasis logika fuzzy yang menunjukkan tingkat kelayakan pembangunan infrastruktur di suatu daerah, sehingga diharapkan dapat mempermudah petugas yang bekerja untuk mengevaluasi pembangunan infrastruktur di suatu daerah dalam

menentukan daerah mana yang dapat dijadikan prioritas pembangunan dan daerah mana yang perlu di evaluasi ulang proyek pembangunannya. Dengan demikian tujuan awal pemerintah untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat dan pemerataan pembangunan melalui pembangunan infrastruktur di daerah – daerah dapat dicapai.

2. METODE PENELITIAN

Flowchart atau diagram alir adalah suatu skema yang menggambarkan urutan kegiatan dari awal hingga akhir. *Flowchart* digunakan untuk menggambarkan suatu algoritma program secara lebih mudah dan sederhana. Proses yang terjadi di sistem ini dapat digambarkan ke dalam *flowchart* sebagai berikut .:



Gambar 1 Flowchart Proses Penyelesaian Masalah FIS Metode Mamdani

3.1.4 Menentukan himpunan dan input fuzzy

Berdasarkan Tabel 1 dapat ditentukan terdapat 8 variabel fuzzy yang dapat dimodelkan yaitu:

1. BC Ratio (BcR) terdiri atas 4 himpunan fuzzy, yaitu : rendah, normal, tinggi dan sangat tinggi .
2. Meningkatkan akses produktifitas ekonomi (AkP) terdiri atas 6 himpunan fuzzy, yaitu: sangat rendah, rendah, normal, sangat normal, tinggi dan sangat tinggi.
3. Memudahkan hubungan sosial warga (HuS) terdiri atas 3 himpunan fuzzy, yaitu: Rendah, Sedang dan Tinggi.
4. Meningkatkan aksesibilitas masyarakat (AkM) terdiri atas 6 himpunan fuzzy, yaitu : sangat rendah, rendah, normal, sangat normal, tinggi dan sangat tinggi.
5. Membuka keterisolasian antar warga (IsW); terdiri atas 3 himpunan fuzzy, yaitu: rendah, sedang dan tinggi.
6. Aspek Efektifitas (Ef) terdiri dari 4 himpunan fuzzy, yaitu: sangat rendah, rendah, normal dan tinggi
7. Manfaat penghematan (He) terdiri atas 4 himpunan fuzzy, yaitu: rendah, normal, tinggi dan sangat tinggi.

8. Manfaat peningkatan pendapatan (Pe) terdiri atas 4 himpunan fuzzy, yaitu: rendah, normal, tinggi dan sangat tinggi.
9. Manfaat penggalangan dana (PeD) terdiri atas 4 himpunan fuzzy, yaitu: rendah, normal, tinggi dan sangat tinggi.
10. Aspek Manfaat (Ma) terdiri dari 4 himpunan fuzzy, yaitu : rendah, normal, tinggi dan sangat tinggi

Variabel BC Ratio (BcR)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu_{BcR \text{ rendah}} [x] = \begin{cases} 0; & \dots\dots\dots \\ (x-1.5)/0.25; & \dots\dots\dots \\ (2-x)/0.25; & \dots\dots\dots \end{cases}$$

.... $x < 1.5$ atau $x > 2$

.... $1.5 \leq x \leq 1.75$

.... $1.75 \leq x \leq 2$

$$\mu_{BcR \text{ normal}} [x] = \begin{cases} 0; & \dots\dots\dots \\ (x-2)/0.25; & \dots\dots\dots \\ (2.5-x)/0.25; & \dots\dots\dots \end{cases}$$

..... $x < 2$ atau $x > 2.5$

..... $2 \leq x \leq 2.25$

..... $2.25 \leq x \leq 2.5$

$$\mu_{BcR \text{ tinggi}} [x] = \begin{cases} 0; & \dots\dots\dots \\ (x-2.5)/0.25; & \dots\dots\dots \\ (3-x)/0.25; & \dots\dots\dots \end{cases}$$

.... $x < 2.5$ atau $x > 3$

.... $2.5 \leq x \leq 2.75$

..... $2.75 \leq x \leq 3$

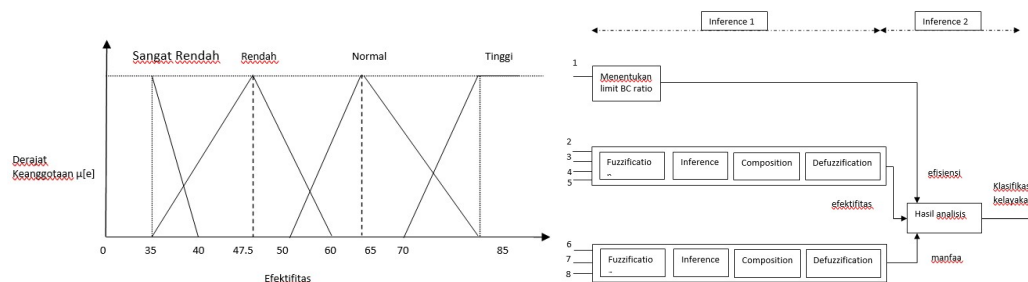
$$\mu_{BcR \text{ sangat tinggi}} [x] = \begin{cases} 0; & \dots\dots\dots \\ (x-3)/0.25; & \dots\dots\dots \\ (3.5-x)/0.25; & \dots\dots\dots \end{cases}$$

..... $x < 3$ atau $x > 3.5$

..... $3 \leq x \leq 3.25$

..... $3.25 \leq x \leq 3.5$

Variabel efektifitas (Ef)



Gambar 2 Fuzzy Analisis Manfaat Pembangunan Infrastruktur

Keterangan :

1. BC Ratio

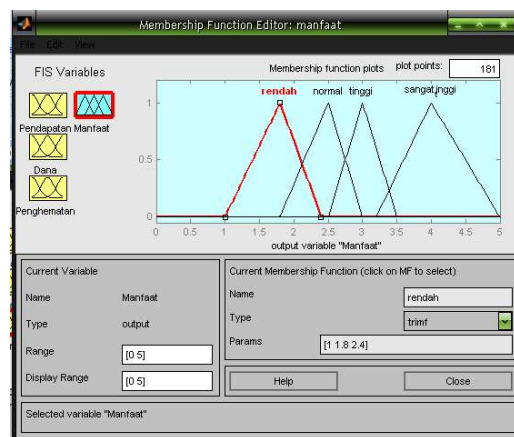
2. Meningkatkan akses produktivitas usaha ekonomi
3. Memudahkan hubungan social warga
4. Meningkatkan aksesibilitas masyarakat miskin
5. Membuka keterisolasian antar warga
6. Manfaat penghematan
7. Manfaat pengguliran dana
8. Manfaat peningkatan produksi

Gambar 2 merupakan gambar klasifikasi kelayakan analisis manfaat pembangunan infrastruktur yang terdiri dari 2 fase inferensi yang berasal dari input himpunan nilai fuzzy. Inferensi 1 merupakan proses menentukan tingkat batas efektifitas, efisiensi dan manfaat selanjutnya inferensi ke-2 menentukan klasifikasi kelayakan hasil analisis manfaat pembangunan.penghematan dan data output.

Simulasi analisis manfaat pembangunan infrastruktur menggunakan logika fuzzy dengan metode mamdani (*centroid*) ini akan memberikan kemudahan bagi petugas (*user*) dalam menganalisa data hasil manfaat pembangunan infrastruktur suatu daerah dan mengklasifikasikannya kedalam 5 kondisi keadaan. Selanjutnya sistem akan memberikan beberapa keluaran (*output*) kepada petugas (*user*) berupa hasil analisis sehingga ini akan bisa menjadi bahan evaluasi dan pertimbangan apakah pembangunan dapat dilanjutkan atau perlu dilakukan evaluasi ulang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

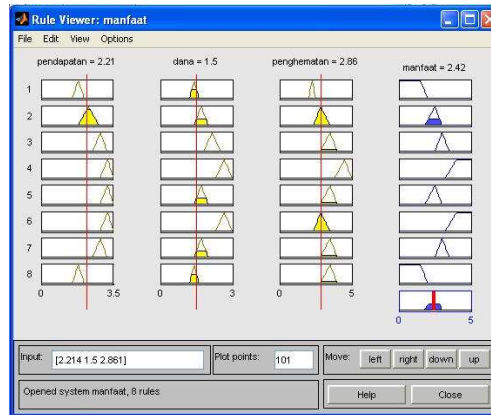
Fungsi keanggotaan dari output efektifitas dapat dilihat pada gambar 4.12, dimana fungsi keanggotaan ini terdiri dari 4 kondisi yaitu rendah, sedang, normal dan tinggi hal ini sesuai dengan persamaan 3.39 sampai 3.42. Dalam kondisi tersebut menggunakan kurva tipe trimf yaitu segitiga.



Gambar 3 Tampilan Fungsi Keanggotaan

Tampilan Hasil Inferensi Aspek Manfaat Setelah semua fungsi keanggotaan masing-masing input diisikan. Kemudian pada tombol rule diisikan rule yang digunakan untuk aspek manfaat yang sesuai dengan rule pada Gambar 3.

Selanjutnya tombol view rules akan menampilkan hasil analisis proses centroid manfaat seperti yang terlihat pada Gambar 4. Sama halnya dengan hasil analisis efektifitas pada tampilan hasil juga dapat diubah-ubah nilai input sehingga menghasilkan nilai output yang bervariasi. Untuk mengubah-ubah nilai input dapat dilakukan dengan mengubah nilai pada text input pada panel kiri bawah atau dapat juga dilakukan dengan menggeser garis merah pada masing masing kurva input ke kiri ataupun ke kanan. Bentuk kurva yang berwarna biru merupakan kurva output dan nilai output pada aspek manfaat ini yaitu yang tampil pada keterangan manfaat, sedangkan kurva yang berwarna kuning merupakan kurva-kurva input yang nilainya dapat diubah-ubah sehingga menghasilkan nilai output yang bervariasi.



Gambar 4 Tampilan Fungsi Keanggotaan Efektifitas

Pada Gambar 4 nilai input dapat diubah-ubah pada text input sebelah kiri bawah, dengan mengubah-ubah nilai input maka kita dapat memperoleh nilai output yang bervariasi. Selanjutnya perubahan-perubahan yang dilakukan pada kolom input dapat dilihat hasilnya pada tabel pengujian, 4.1 Setiap perubahan yang dilakukan pada nilai input akan mengakibatkan perubahan signifikan pada output yang selanjutnya output tersebut kemudian diklasifikasikan kedalam 5 kondisi kelayakan system analisis manfaat.

Pengujian

Dari pengujian yang dilakukan, dimana user memasukkan input fuzzy sebagai berikut :

1. BC Ratio = 2.8
2. Akses produktifitas = 53
3. Sosial Warga = 49
4. Aksesibilitas Masyarakat = 61.4
5. Keterisolasian Antar Warga = 41.2
6. Penghematan = 2.47
7. Peningkatan Pendapatan = 1.9
8. Penggulangan Dana = 3.22

Input-an fuzzy akan melalui proses inferensi 1 selanjutnya proses inferensi 2 berupa klasifikasi bentuk kelayakan dalam hal ini terdiri dari 5 yaitu layak, sangat layak, normal, sangat normal dan tidak layak. Berikut detail prosesnya. Untuk perhitungan inferensi 1 aspek efektifitas dimulai dengan perhitungan fungsi implikasi.

Aplikasi fungsi implikasi

Berdasarkan aturan pada gambar 3.8 maka dapat ditentukan aturan predikat α -pred. sebagai berikut :

Inferensi 1 efektifitas

- Pers 3.5; Pers 3.10; Pers 3.10; Pers 3.18;
 $R1 = \alpha\text{-pred} = \min(\mu_{AkP} \text{ sedang}, \mu_{HuS} \text{ rendah1}, \mu_{AkM} \text{ rendah2}, \mu_{IsW} \text{ sedang3})$
 $= \min(0,0,0,0)$
 $= 0$
- Pers 3.6; Pers 3.11; Pers 3.14; Pers 3.19;
 $R2 = \alpha\text{-pred} = \min(\mu_{AkP} \text{ sangat sedang}, \mu_{HuS} \text{ sedang1}, \mu_{AkM} \text{ sangat sedang2}, \mu_{IsW} \text{ sedang3})$
 $= \min(0,0,0,0)$
 $= 0$
- Pers 3.7; Pers 3.12; Pers 3.15; Pers 3.20;
 $R3 = \alpha\text{-pred} = \min(\mu_{AkP} \text{ biasa}, \mu_{HuS} \text{ tinggi1}, \mu_{AkM} \text{ biasa2}, \mu_{IsW} \text{ tinggi3})$
 $= \min(0,0.67,0.8,0.33)$
 $= 0.33$
- Pers 3.8; Pers 3.12; Pers 3.16; Pers 3.20;
 $R4 = \alpha\text{-pred} = \min(\mu_{AkP} \text{ sangat biasa}, \mu_{HuS} \text{ tinggi1}, \mu_{AkM} \text{ sangat biasa2}, \mu_{IsW})$

$$\begin{aligned} & \text{sedang3}) \\ & = \min (0.8, 0.67, 0, 0.33) \\ & = 0.33 \end{aligned}$$

o Pers 3.9; Pers 3.10; Pers 3.17; Pers 3.18;

$$\begin{aligned} R5 = \alpha\text{-pred} &= \min (\mu_{AkP} \text{ rendah}, \mu_{HuS} \text{ rendah1}, \mu_{AkM} \text{ rendah2}, \mu_{IsW} \text{ sedang3}) \\ &= \min (0, 0, 0, 0) \end{aligned}$$

Komposisi Aturan

Inferensi 1 efektifitas Dari aturan predikat yang ada, maka dihasilkan daerah batasan fuzzy sebagai berikut :

$$(e1-65)/20 = 0.33$$

$$e1 = 71.67$$

$$(85-e)/20 = 0.33$$

$$e2 = 78.33$$

Fungsi keanggotaan yang didapat untuk hasil komposisi ini adalah :

$$\mu[x] = (x - 65)/20 ; x \leq 71.67$$

$$0.33 ; 71.67 \leq x \leq 78.33$$

$$(85-x)/20 ; x \geq 78.33$$

Defuzzy

Inferensi 1 efektifitas dapat dihitung dengan menggunakan metode centroid maka dilakukan perhitungan momen sebagai berikut:

$$\begin{aligned} M1 &= \int_{65}^{71.67} (0.05x^2 - 3.25x)dx \\ &= 0.06167 x^3 - 1.625x^2 \\ &= -2199.0303 + 2279.3875 \\ &= 80.3572 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M2 &= \int_{71.67}^{73.33} (0.33x)dx \\ &= 0.165x^2 \\ &= 887.25267 - 847.53717 \\ &= 39.7255 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M3 &= \int_{73.33}^{85} (4.25x - 0.05x^2)dx \\ &= 2.125x^2 - 0.0167x^3 \\ &= 5097.237 - 4841.6518 \\ &= 255.5852 \end{aligned}$$

Kemudian menghitung luas tiap daerah :

$$A1 = ((71.67-65) * 0.33)/2 = 1.10055$$

$$A2 = (73.33-71.67) * 0.33 = 0.5478$$

$$A3 = (85-73.33) * 0.33 = 3.8511$$

$$\begin{aligned} \text{Hasil} &= \frac{M1 + M2 + M3}{L1 + L2 + L3} \\ &= \frac{80.3572 + 39.7255 + 255.5852}{1.10055 + 0.5478 + 3.8511} \\ &= 67.8 \end{aligned}$$

Nilai 67.85 merupakan nilai aspek efektifitas yang diperoleh dari inferensi input akses produktifitas, hubungan sosial, aksesibilitas masyarakat dan keterisolasian warga. Nilai 67, 85 kemudian diklasifikasikan sesuai tabel 2.1 dimana nilai tersebut masuk kedalam kategori pembangunan infrastruktur kategori Normal.

Demikian perhitungan proses inferensi efektifitas secara manual, sama halnya juga perhitungan proses perhitungan manual inferensi manfaat. Setelah dilakukan perhitungan maka hasilnya akan diklasifikasikan ke 5 kondisi keadaan sesuai Tabel 2.1. Dari nilai input yang dimasukkan pada program maka diperoleh output hasil analisis seperti yang diperlihatkan Tabel. 4.1. Tabel 4.1 menunjukkan 10 kondisi perubahan nilai input yang berbeda-beda sehingga dapat dilihat bentuk variasi output yang dihasilkan dari program simulasi yang disesuaikan dengan input.

Tabel 2 Nilai Perubahan

No	BC Ratio	Input				Out put	Input				Out put	Keterangan
		Produk tivas	Hub Sosia l	Akresi sibilitas	Ketera olasian	efektif itas	pend apat an	dana	peng hem atan	Manf aat		
1	3.2	53.9	43.8	66.1	60.8	76.6	2.85	1.46	2.86	3	Sangat tinggi	
2	3	58.8	41.2	66.1	50.3	75.2	2.93	2.4	3.28	3.73	Sangat tinggi	
3	2.6	57.6	53	34.8	60.8	53.8	2.93	1.72	3.38	2.73	Tinggi	
4	3.5	47.9	32	44.3	58.2	22.4	2.89	2.62	3.83	4.09	Tidak Layak	
5	2.7	40	58.2	43	76.5	65	3.18	1.54	2.8	2.65	Normal	
6	1.6	47.7	25.5	47.7	7.19	38.6	2	1.57	3.22	1.81	Rendah	
7	2.3	38.2	45.1	43	76.5	42.5	2.47	1.9	3.22	2.42	Sangat tinggi	
8	2.8	53	49	61.4	41.2	67.8	1.45	1.61	2.8	2.5	Normal	
9	1.2	52.7	42.5		62.1	33.8	2	1.43	2.86	1.49	Tidak Layak	
10	0.9	46.7	34.7	34.8	39.9	22	1.75	1.43	2.86	0.975	Tidak Layak	

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis hasil, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Analisis manfaat pembangunan infrastruktur berbasis logika fuzzy ini dapat digunakan sebagai salah satu acuan dalam pengambilan keputusan pembangunan infrastruktur di suatu daerah, dengan didukung penalaran logika fuzzy diharapkan dapat menghasilkan data yang akurat.
2. Semakin banyak rule yang digunakan dalam proses inferensi akan menghasilkan output yang lebih akurat.
3. Proses inferensi fuzzy pada aplikasi ini digunakan untuk menentukan besar nilai aspek manfaat dan aspek efektifitas kemudian mengklasifikasikannya kedalam nilai batas-batas dari 5 kondisi standart kelayakan yaitu rendah, normal, tinggi, sangat tinggi dan tidak layak

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sri Hartati, Imas S Sitanggang, " A Fuzzy Based Decision Support System for Evaluating Land Suitability and Selecting Crops " Journal of computer science 6(4):417-424, 2010
- [2] Panduan Pelaksana PNPM PISEW TAHUN 2010
- [3] " Kecerdasan buatan", [http://idhaclassroom.com/2007/09/15/./kecerdasan buatan.html](http://idhaclassroom.com/2007/09/15/./kecerdasan%20buatan.html).
- [4] "more than you know", <http://hafda.blogspot.com/2008/04/contoh-expert-system-sistem-pakar.html>.
- [5] Suparman, " Komputer Masa Depan Pengenalan Artificial Intelligence", Marlan. ,Andi, Yogyakarta, 2007.
- [6] Gunaidi Abdia Away, " MATLAB Programming", Informatika, Bandung, 2010 Tanah Laut).
Jurnal Integrasi, 9(1), 84–91.
- [7] Kusumadewi, S., Analisis Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2002.
- [8] Kusumadewi, S., dan Purnomo, H., "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan", Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004
- [9] Efraim Turban, Jay E. Aronson, Ting Peng Liang, " Dicision Support System and Intelligent Systems (Sistem Pendukung Keputusan dan Sistem Cerdas)", ANDI, Yogyakarta 2005
- [10] Dr. Eng. Agus Naba " Belajar Cepat Fuzzy Logic menggunakan MATLAB" ANDI, Yogyakarta 2009