

PREDIKSI TINGKAT KEBISINGAN LALU LINTAS MENGUNAKAN SISTEM INFERENSI FUZZY MODEL SUGENO

Alfa Saleh

Universitas Potensi Utama : Jl K.L. Yos Sudarso KM 6.5 No.3-A, Tanjung Mulia, Medan
Teknik Informatika, Fak.Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Potensi Utama

Email : alfasoleh1@gmail.com

Abstrak

Kebisingan lalu lintas merupakan sebuah gangguan yang mengarah kepada polusi suara jika suara yang dihasilkan sangat keras, hal ini juga sangat mengganggu kenyamanan dan kesehatan makhluk hidup yang berada disekitar lingkungan tersebut. Kebisingan lalu lintas yang sering terjadi berasal dari suara knalpot kendaraan, mesin kendaraan dan penumpang pengguna alat transportasi tersebut. Penting sekali adanya strategi untuk mengendalikan kebisingan lalu lintas di jalan raya, salah satunya adalah pengendalian terhadap jalur kebisingan. Untuk memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas di jalan raya, maka pada penelitian ini akan diimplementasikan sistem inferensi fuzzy model sugeno yang akan menghitung tingkat kebisingan lalu lintas berdasarkan jumlah kendaraan, faktor koreksi dan lebar jalan. Hasil dari sepuluh data yang diuji pada penelitian ini, didapatkan nilai persentase error sebesar 5,68 %.

Kata kunci— Sistem Inferensi Fuzzy, Model Sugeno, Kebisingan Lalu Lintas.

Abstract

The traffic noise is a disorder that leads to noise pollution if the sound produced is very hard, it is also very disturbing of comfort and health of living beings which are located around the neighborhood. The traffic noise is often the case comes from the sound of vehicle exhaust , the vehicle engine and the transportation passengers . it seems necessary there is a strategy to control the traffic noise on highway, one of them is controlling the noise path. To predict the noise level of traffic on the highway, therefore in this study will do a testing with fuzzy inference system Sugeno models that would calculate the level of traffic noise based on the number of vehicles, the correction factor and the width of the road. the result of the ten data examined in this study, obtained a percentage error about 5.68%.

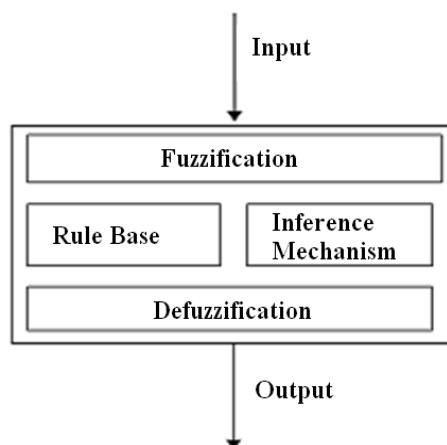
Keywords— Fuzzy Inference System, Sugeno Models, Traffic Noise.

1. PENDAHULUAN

Padatnya lalu lintas suatu jalan raya mengakibatkan terjadinya polusi, baik itu polusi udara yang dihasilkan oleh asap kendaraan maupun polusi suara diakibatkan dari suara klakson, knalpot bahkan mesin dari kendaraan pengguna jalan raya. Pada level tersebut suara-suara masih dapat ditolerir dalam arti bahwa akibat yang ditimbulkannya oleh suara kendaraan bukan merupakan suatu gangguan dikarenakan tingkat kebisingan kendaraan belum mencapai pada tingkat yang lebih tinggi suara yang ditimbulkan oleh kendaraan tersebut sudah merupakan suatu gangguan atau polusi yang disebut kebisingan[1]. Pada penelitian sebelumnya Model Fuzzy Sugeno digunakan dalam menentukan harga penjualan tanah untuk pembangunan minimarket, berdasarkan luas tanah dan jarak dari minimarket yang lain, fuzzy Sugeno dinilai mampu menghasilkan respon seperti yang diharapkan[2],selain itu pada penelitian lainnya, dilakukan perbandingan penggunaan Fuzzy Model Sugeno dengan Mamdani dalam Sistem Pendingin Udara, dimana pada penelitian tersebut dinyatakan bahwa Fuzzy Model Sugeno memungkinkan sistem pendingin udara bekerja pada kapasitas penuh. Fuzzy Model Sugeno juga dinilai mampu diintegrasikan dengan jaringan syaraf dan algoritma genetik atau teknik optimalisasi lainnya[3], Terakhir, Penelitian serupa juga dilakukan untuk menguji Fuzzy Model Sugeno dalam hal Pemodelan ruang emosional untuk Desain Model Emosional Adaptif dengan tujuan memaksimalkan peningkatan kualitas dan perwujudan dari layanan personal berbasis emosi, dimana dari hasil penelitian ini dinyatakan bahwa proses inferensi Fuzzy Model Sugeno lebih baik dan lebih cepat dibandingkan dengan Model Mamdani dalam hal ekspresi spasial dari Model Emosional V-A[4]. Dari beberapa penelitian tersebut diharapkan Fuzzy Model Sugeno mampu memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas.

1.1 Logika Fuzzy

Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner, yang artinya adalah hanya mempunyai dua kemungkinan. Oleh karena itu, semua ini dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 sampai 1. namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika fuzzy dapat digunakan di berbagai bidang, seperti sistem diagnosa penyakit (dalam bidang kedokteran); pemodelan sistem pemasaran, riset operasi (dalam bidang ekonomi); kendali kualitas air, prediksi adanya gempa bumi, klasifikasi dan pencocokan pola (dalam bidang teknik)[5]. Adapun diagram blok dasar sistem logika fuzzy dapat dilihat pada gambar 1 berikut :



Gambar 1. Diagram Blok Dasar Sistem Logika Fuzzy

Sistem logika fuzzy yang ditunjukkan pada Gambar. 1 di atas. Memiliki empat buah bagian utama yaitu : (i) antarmuka fuzzifikasi secara sederhana memodifikasi dan mengkonversi input ke dalam nilai-nilai linguistik yang sesuai sehingga dapat dibandingkan dengan aturan

dalam basis aturan. (ii) basis aturan, berisi pengetahuan dalam bentuk sekumpulan aturan. (iii) mekanisme inferensi, mengevaluasi aturan mana yang relevan pada saat ini dan kemudian memutuskan output apa yang seharusnya dihasilkan. (iv) Antarmuka defuzzifikasi, mengubah kesimpulan yang dicapai dengan mekanisme inferensi menjadi tegas[3].

1.2.2 Fuzzy Model Sugeno

Sistem Inferensi Fuzzy menggunakan model Sugeno, memiliki karakteristik yaitu konsekuen tidak merupakan himpunan fuzzy, namun merupakan suatu persamaan linear dengan variabel – variable sesuai dengan variabel – variable inputnya. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi Sugeno Kang pada tahun 1985. Terdapat dua model dalam sistem inferensi fuzzy dengan menggunakan model Sugeno, antara lain sebagai berikut :

a. Model Fuzzy Sugeno Orde–Nol

Secara umum bentuk Fuzzy Model Sugeno orde-nol adalah :

$$\text{IF } (x_1 \text{ adalah } A_1) \circ (x_2 \text{ adalah } A_2) \circ (x_3 \text{ adalah } A_3) \circ \dots \circ (x_n \text{ adalah } A_n) \text{ THEN } z = k \quad (1)$$

Dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke- i sebagai anteseden, \circ adalah operator fuzzy (seperti AND atau OR), dan k adalah (tegas) sebagai konsekuen.

b. Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk Fuzzy Model Sugeno orde-satu adalah :

$$\text{IF } (x_1 \text{ adalah } A_1) \circ \dots \circ (x_n \text{ adalah } A_n) \text{ THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q \quad (2)$$

Dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke- i sebagai anteseden, \circ adalah operator fuzzy (seperti AND atau OR), p_i adalah suatu konstanta (tegas) ke- i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

Fuzzy Model 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 Model 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[6].

2. METODE PENELITIAN

Adapun metode penelitian yang diterapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Analisis Masalah dan Studi Literatur

Tahap ini adalah langkah awal untuk menentukan rumusan masalah dari penelitian. Dalam hal ini mengamati permasalahan yang berhubungan dengan faktor-faktor penyebab kebisingan. Permasalahan-permasalahan yang ada, selanjutnya dianalisa untuk mengetahui bagaimana cara penyelesaian terhadap masalah tersebut dan menentukan ruang lingkup permasalahan yang akan diteliti. Mempelajari dasar teori dari berbagai literatur mengenai penerapan Fuzzy Model Sugeno, konsep dan teori Fuzzy dan tingkat kebisingan, melalui jurnal-jurnal dan agar mendapatkan dasar pengetahuan untuk melakukan penelitian selanjutnya.

2. Mengumpulkan Data

Prosedur sistematis yang digunakan untuk mengumpulkan data yaitu dengan memetakan data sesuai dengan faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kebisingan. Adapun faktor-faktor kebisingan yang dijadikan kriteria dalam penelitian ini adalah Jumlah Kendaraan, Faktor Koreksi dan Lebar Jalan, Kemudian data yang didapatkan akan digunakan untuk bahan penganalisisan data terhadap Fuzzy Model Sugeno.

3. Implementasi dan Pengujian

Sesuai dengan pengolahan data maka pada tahap implementasi adalah tentang bagaimana pengolahan datanya diterapkan dalam sebuah tools. Tools yang akan digunakan dalam implementasi penelitian ini adalah dengan menggunakan *Software Matlab 6.1*. Selanjutnya Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah penelitian yang dilakukan telah sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas di jalan raya. Di mana dalam konsep Fuzzy Model Sugeno diperlukan kriteria-kriteria dan nilai bobot setiap kriteria untuk melakukan perhitungan sehingga akan didapat hasil prediksi seperti yang diharapkan. Adapun langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Pendefinisian Input dan Output

variabel yang dijadikan sebagai input atau output pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Input dan Output pada Proses Tingkat Kebisingan

Proses	Variabel	Status
Tingkat Kebisingan Lalu Lintas	Lebar Jalan	Input
	Jumlah Kendaraan	Input
	Faktor Koreksi	Input
	Tingkat Kebisingan	Output

b. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Pada proses memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas, ada beberapa variabel yang digunakan seperti terlihat pada tabel 1 di atas yang terdiri dari variabel jumlah kendaraan, faktor koreksi, lebar jalan dan tingkat kebisingan. Selanjutnya akan dibentuk himpunan fuzzy dari variabel – variabel tersebut. himpunan fuzzy yang terbentuk dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Himpunan Fuzzy yang Terbentuk

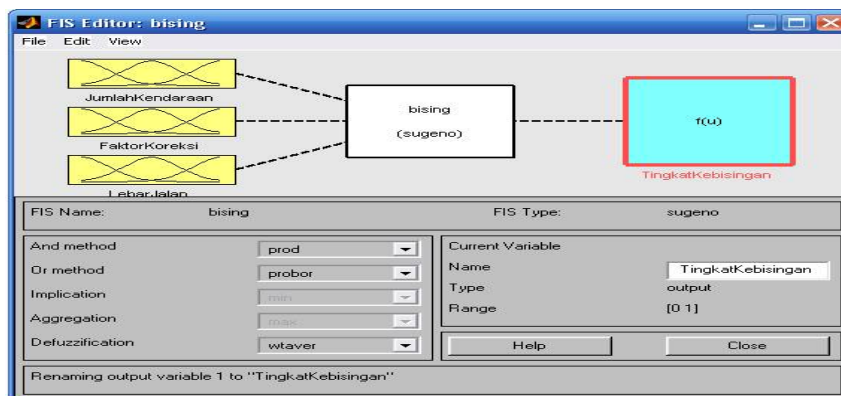
Variabel	Nama Himpunan Fuzzy	Range	Satuan
Jumlah Kendaraan	Sedikit	[2, 20]	Unit
	Sedang	[20, 40]	
	Banyak	[40, 60]	
Faktor Koreksi	Rendah	[0.4, 0.85]	%
	Normal	[0.4, 1.3]	
	Tinggi	[0.85, 1.3]	
Lebar Jalan	Sempit	[3, 7.5]	Meter
	Sedang	[3, 12]	
	Lebar	[7.5, 12]	

c. Penyelesaian Dengan Fuzzy Model Sugeno

langkah – langkah penyelesaian Fuzzy Model Sugeno ini adalah sebagai berikut :

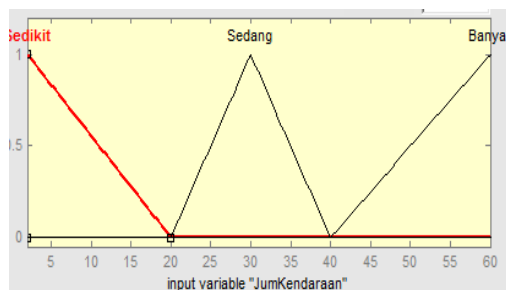
1. Pembentukan Fungsi Keanggotaan

Pembentukan fungsi keanggotaan dilakukan untuk membuat range nilai sehingga menghasilkan nilai fungsi keanggotaan setiap variabel dalam menentukan tingkat kebisingan lalu lintas jalan raya mulai dari variabel jumlah kendaraan ,faktor koreksi hingga lebar jalan. Adapun tampilan input-output Fuzzy Model Sugeno di matlab dapat dilihat pada gambar 2 berikut :



Gambar 2. Variabel Input – Output

Fungsi keanggotaan untuk variabel jumlah kendaraan dapat dilihat pada gambar 3 berikut :



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Variabel Jumlah Kendaraan

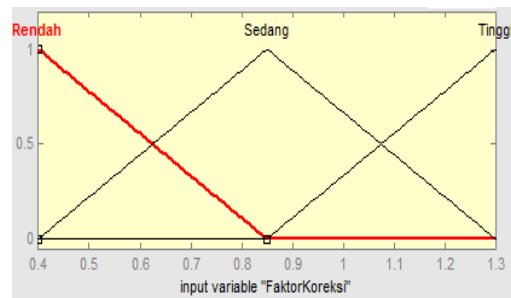
dengan persamaan fungsi keanggotaan seperti di bawah ini :

$$\mu_{Sedikit}[x] = \begin{cases} 1 ; x \leq 2 \\ (20 - x)/18 ; 2 < x < 20 \\ 0 ; x \geq 20 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{Sedang}[x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 20 \\ (x - 20)/10 ; 20 < x < 30 \\ (40 - x)/10 ; 30 \leq x < 40 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{Banyak}[x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 40 \\ (x - 40)/20 ; 40 < x < 60 \\ 1 ; x \geq 40 \end{cases} \quad (5)$$

Fungsi keanggotaan untuk variabel faktor koreksi dapat dilihat pada gambar 4 berikut :



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Variabel Faktor Koreksi

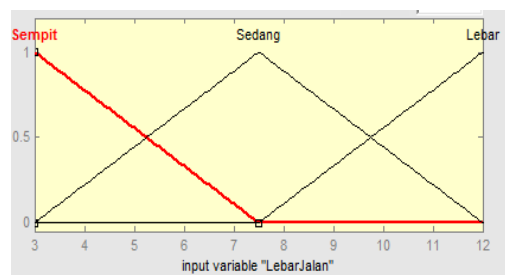
dengan persamaan fungsi keanggotaan seperti di bawah ini :

$$\mu_{Rendah}[x] = \begin{cases} 1 ; x \leq 0.4 \\ (0.85 - x)/0.45 ; 0.4 < x < 0.85 \\ 0 ; x \geq 0.85 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_{Sedang}[x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 0.4 \\ (x - 0.4)/0.45 ; 0.4 < x < 0.85 \\ (1.3 - x)/0.45 ; 0.85 \leq x < 1.3 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{Tinggi}[x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 0.85 \\ (x - 0.85)/0.45 ; 0.85 < x < 1.3 \\ 1 ; x \geq 1.3 \end{cases} \quad (8)$$

Fungsi keanggotaan untuk variabel lebar jalan dapat dilihat pada gambar 5 berikut :



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Variabel Lebar Jalan

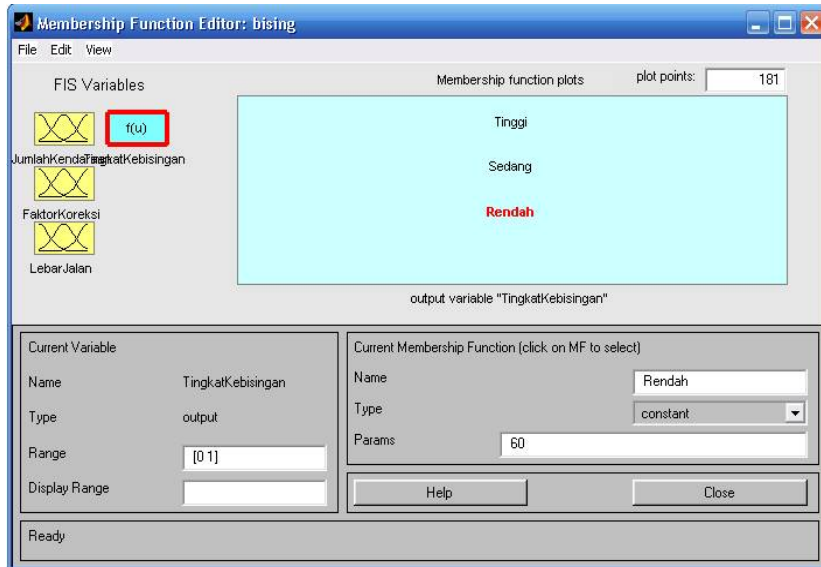
dengan persamaan fungsi keanggotaan seperti di bawah ini :

$$\mu_{Sempit}[x] = \begin{cases} 1 ; x \leq 3 \\ (7.5 - x) / 4.5 ; 3 < x < 7.5 \\ 0 ; x \geq 7.5 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{Sedang}[x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 3 \\ (x - 3) / 4.5 ; 3 < x < 7.5 \\ (12 - x) / 4.5 ; 7.5 \leq x < 12 \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu_{Lebar}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 7.5 \\ (x - 7.5)/5 & ; 7.5 < x < 12 \\ 1 & ; x \geq 53 \end{cases} \quad (11)$$

Fungsi keanggotaan untuk variabel tingkat kebisingan merupakan konstanta sesuai dengan model fuzzy sugeno orde nol dan dapat dilihat pada gambar 6 berikut :



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Variabel Tingkat Kebisingan dengan persamaan fungsi keanggotaan seperti di bawah ini :

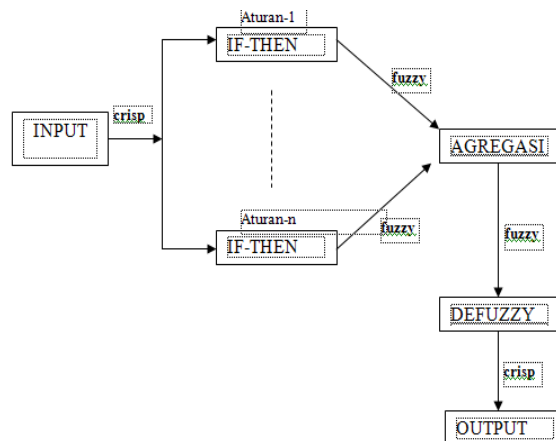
$$\mu_{Rendah}[x] = 60 \quad (12)$$

$$\mu_{Sedang}[x] = 80 \quad (13)$$

$$\mu_{Tinggi}[x] = 100 \quad (14)$$

2. Inferensi Fuzzy

Sistem Inferensi Fuzzy merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy berbentuk IF-THEN dan penalaran fuzzy secara garis besar. digram blok proses inferensi fuzzy terlihat pada gambar 7 berikut[6] :



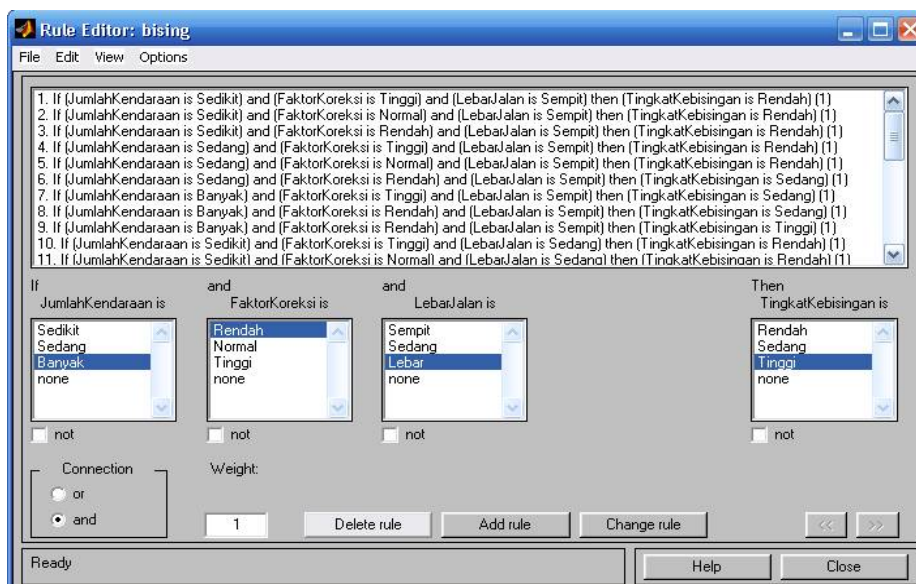
Gambar 7. Diagram Blok Sistem Inferensi Fuzzy

Adapun aturan yang diperoleh dari kombinasi variabel untuk memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas di jalan raya adalah sebanyak 27 aturan yang disajikan hanya beberapa aturan seperti pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Aturan IF – THEN

RULES	IF			THEN
	Jumlah Kendaraan	Faktor Koreksi	Lebar Jalan	Tingkat Kebisingan
[R1]	Sedikit	Tinggi	Sempit	Rendah
[R2]	Sedikit	Normal	Sempit	Rendah
[R3]	Sedikit	Rendah	Sempit	Rendah
[R4]	Sedang	Tinggi	Sempit	Rendah
[R27]	Banyak	Rendah	Lebar	Tinggi

Adapun *rules* pada fuzzy Sugeno yang terbentuk di matlab 6.1 seperti pada gambar 8 sebagai berikut :



Gambar 8. Model Struktur Fuzzy Sugeno pada Matlab 6.1

3. Aggregasi / Komposisi Aturan Fuzzy

Pada tahap ini semua rule diagregasi atau dikombinasi guna menjelaskan bahwa konsekuen yang diperoleh dari setiap aturan tahap inferensi akan dimodifikasi dengan solusi himpunan fuzzynya masing-masing dan digabung dengan hasil modifikasi konsekuen lainnya. Komposisi dari ketiga aturan fuzzy tersebut dapat dijelaskan dengan fungsi matematika pada persamaan 14 sebagai berikut :

$$\alpha\text{-pred} = \alpha\text{-pred}_1 * z_1 + \alpha\text{-pred}_2 * z_2 + \alpha\text{-pred}_3 * z_3 + \dots + \alpha\text{-pred}_n * z_n \quad (15)$$

4. Defuzzifikasi

Tahap defuzzifikasi adalah tahap perhitungan *crisp output*. Input dari tahap ini adalah himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan outputnya adalah suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Proses defuzzifikasi dengan fuzzy model Sugeno seperti pada persamaan 16 berikut ini :

$$z = \frac{\sum_{j=i}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=i}^n \mu(z_j)} \quad (16)$$

3.1 Pengujian

Adapun data yang akan diuji adalah seperti pada tabel 4 di bawah ini :

Tabel 4. Data yang diuji

Kriteria	Value
Jumlah Kendaraan	48 Unit
Faktor Koreksi	0.958 %
Lebar Jalan	7.5 Meter
Tingkat Kebisingan	?

Menentukan derajat keanggotaan dengan menghitung nilai fungsi keanggotaannya sebagai berikut :

Variabel Jumlah Kendaraan

1. Sedikit(48) = 0
2. Sedang(48) = 0
3. Banyak(48) = $\frac{48-40}{20}$
= $\frac{8}{20} = 0,4$

Menentukan α -predikat (*fire strength*) untuk setiap data pada setiap aturan berdasarkan persamaan 13 sebagai berikut :

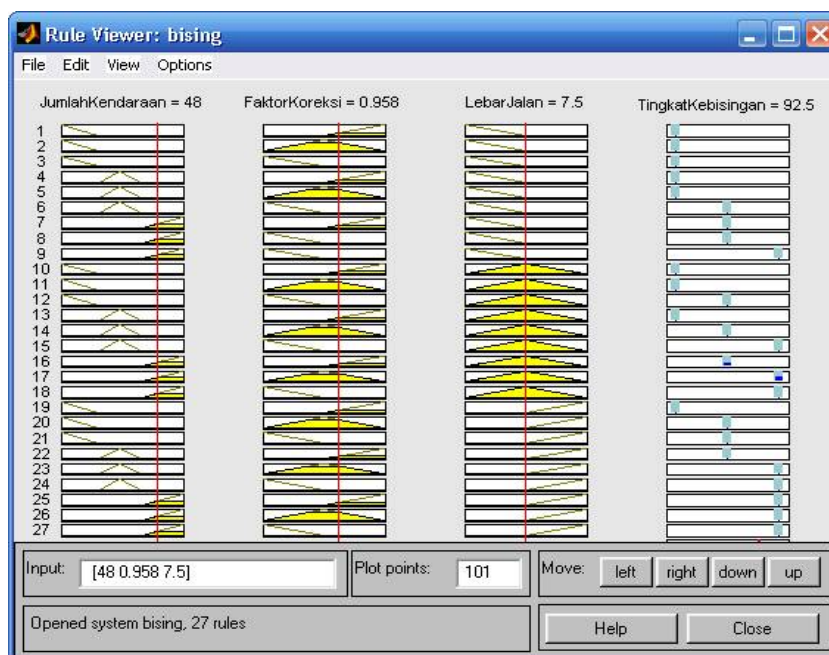
[R1] IF Jumlah Kendaraan is Sedikit AND Faktor Koreksi is Tinggi AND Lebar Jalan is Sempit THEN Tingkat Kebisingan is Rendah

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat}_1 &= \min (\text{Sedikit}(48); \text{Tinggi}(0.958); (\text{Sempit}(7.5))) \\ &= \min (0; 0.24; 0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

melakukan perhitungan penegasan (defuzzifikasi) dengan menggunakan persamaan 16 adapun sebagai berikut :

$$\begin{aligned} z &= \frac{(60 \times 0) + (60 \times 0) + \dots + (80 \times 0.24) + (100 \times 0.4) + (100 \times 0)}{0.24 + 0.24 + \dots + 0.24 + 0.4 + 0} \\ &= 92.5 \text{ dB} \end{aligned}$$

Adapun hasil yang dihasilkan dengan *matlab 6.1* berdasarkan inputan lebar jalan 7.5 Meter, jumlah kendaraan 48 Unit dan faktor koreksi sebesar 0.958% adalah 92.5 dB, dengan begitu tingkat kebisingannya adalah Sedang. Nilai tersebut dapat dilihat pada gambar 9 berikut :



Gambar 9. Hasil Tingkat Kebisingan dengan *Matlab 6.1*

dari 10 data yang diuji dengan ketentuan lebar jalan 7.5 meter, faktor koreksi 0.958 %, jumlah kendaraan yang bervariasi serta nilai tingkat kebisingan aktual yang diperoleh dari Sound Level Meter seperti tabel 5 di bawah ini[7] :

Tabel 5. Pengujian Terhadap 10 Data dengan Jumlah Kendaraan yang Berbeda-Beda

No	Jumlah Kendaraan (Unit)	Nilai Tingkat Kebisingan		Error (%)
		Aktual	Prediksi	
1	48	85.54	92.5	5.95%
2	37	78.9	71.1	6.15%
3	55	89.23	95.2	5.33%
4	45	83.25	90.2	5.79%
5	47	85.19	91.9	5.72%
6	45	84.4	90.2	4.90%
7	48	85.6	92.5	5.91%
8	53	88.14	94.6	5.69%
9	49	86.35	93	5.74%
10	46	84.48	91.1	5.59%
Rata - Rata				5.68%

Berdasarkan pengujian terhadap 10 data di atas diketahui lebar jalan dan faktor koreksi memiliki nilai yang sama untuk jumlah kendaraan yang bervariasi hal ini dikarenakan jalan yang dijadikan tempat pengujian merupakan jalan yang sama namun dengan jumlah kendaraan yang berbeda pada jalan tersebut dan dihasilkan nilai presentase *error* dalam memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas dengan Fuzzy Model Sugeno sebesar 5,68%.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian mengenai prediksi tingkat kebisingan lalu lintas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Fuzzy Inference Syatem Model Sugeno berhasil diterapkan dalam memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas dengan kriteria jumlah kendaraan, faktor koreksi dan lebar jalan.
2. Dari 10 data yang diuji menggunakan Fuzzy Model Sugeno, didapatkan nilai persentase *error* sebesar 5,68 %.

5. SARAN

Adapun saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebaiknya perlu penambahan variabel inputan yang relevan dengan tingkat kebisingan lalu lintas agar hasil prediksi jauh lebih akurat.
2. Perlu adanya pengujian dengan model lain atau metode lain untuk melihat model/metode yang lebih efektif dalam memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Djalante Susanti, "Analisis Tingkat Kebisingan Di Jalan Raya Yang Menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APIL) (Studi Kasus : Simpang Ade Swalayan)," *Jurnal SMARTek*, vol.8 , No. 4, pp. 280-300, Nopember 2010.
- [2] Meimaharani Rizkysari, Tri Listyorini, 2014, Analisis Sistem Inference Fuzzy Sugeno dalam Menentukan Harga Penjualan Tanah Untuk Pembangunan Minimarket, *Jurnal SIMETRIS*, Vol.5 No.1,hal 89-96.
- [3] Kaur Arshdeep, Amrit Kaur, "Comparison of Mamdani Fuzzy Model and Neuro Fuzzy Model for Air Conditioning System," *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE)*, Vol.2, Issue.2, pp. 323-325, 2012.
- [4] Kwon, Il-Kyoung, and Sang-Yong Lee. "An Emotional Space Modeling for the Adaptive Emotional Model Design Based on Sugeno Fuzzy Inference." *International Journal of Software Engineering and Its Applications* 8.6 (2014): 109-120.
- [5] Sutojo, T, *Kecerdasan Buatan*, Yogyakarta : Andi Publisher,2011.
- [6] Kusumadewi, Sri dan Sri Hartati, *Neuro Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf(Edisi Kedua)*, Yogyakarta : Graha Ilmu, 2010.
- [7] Bahri,Samsul.,Rida,Samdara.,Fairuz,Zamani.,2007, Penggunaan Metode Logika Fuzzy Untuk Memprediksi Jumlah Kendaraan Bermotor Berdasarkan Tingkat Kebisingan Lalu Lintas,Lebar Jalan dan Faktor Koreksi, *Jurnal Gradien*, Vol.3 No. 2,hal 247-251.