

PREDIKSI KEPADATAN KENDARAAN BERMOTOR BERDASARKAN TINGKAT KEBISINGAN LALU LINTAS DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Resmana, Thiang, Jusak Agus Kuntjoro

Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra

Email: resmana@peter.petra.ac.id, thiang@peter.petra.ac.id

ABSTRAK: Paper ini menyajikan pengembangan sebuah sistem prediksi jumlah kendaraan bermotor yang lewat pada suatu jalan berdasarkan tingkat kebisingan lalu lintas dengan menggunakan logika fuzzy. Alat yang dibuat menggunakan sistem mikroprosesor 8088 yang dilengkapi dengan sensor bising berupa mikropon. Hasil prediksi jumlah kendaraan ditampilkan pada display 7-segment led. Sistem inferensia fuzzy yang dipakai di sini menggunakan strategi MIN-MAX dengan tiga crisp input yaitu: level kebisingan, lebar jalan di mana alat ini dipakai dan faktor koreksi. Sedangkan metode defuzzifikasi menggunakan COG (Center of Gravity) untuk menghasilkan crisp output berupa prediksi jumlah kendaraan per menit. Pengujian sistem dilakukan dengan 2 cara yaitu membandingkan hasil prediksi alat dengan jumlah kendaraan sebenarnya, dan ke dua adalah membandingkan hasil prediksi dengan hasil perhitungan berdasarkan pendengaran telinga manusia dengan mata tertutup. Hasil percobaan menunjukan kesalahan prediksi pada percobaan pertama adalah 7 - 10 % sedangkan kesalahan prediksi alat bila dibandingkan hasil perhitungan telinga manusia adalah sekitar 4 - 5 %.

Kata kunci: prediksi jumlah kendaraan berdasarkan kebisingan, sistem prediksi fuzzy logic.

ABSTRACT: The paper describes a fuzzy logic based system to predict the number of vehicle flow based on its noise. The system equipped by a sensor using a microphone an a 8088 microprocessor. The prediction results are displayed on 7-segment display. The fuzzy inference system used a strategy of MIN-MAX with 3 inputs which are: noise level, the width of road & a correction factor. A Defuzzification method of COG (Center of Gravity) is deployed in the system to produce prediction result in number of vehicle per minnute. The experimental results are presented to figure out the performance of the prediction comparing to the actual number of vehicle. The result shows that the prediction error of the system is about 7-10% comparing to the prediction by using human ear resulting the error of 4-5%.

Keywords: noise based vehicle flow prediction, noise prediction, fuzzy logic prediction system.

1. PENDAHULUAN

Dari banyak penelitian yang telah ada sebelumnya, menyatakan bahwa pengukuran tingkat kebisingan lalu lintas memiliki korelasi yang baik dengan jumlah kendaraan yang melewati suatu jalan [1], yakni dapat dilihat dari hubungan yang cukup linear antara kedua variabel (yaitu kebisingan lalu lintas dan jumlah kendaraan). Dari penelitian-penelitian tersebut juga diketahui bahwa terdapat variabel-variabel yang mempengaruhi tingkat kebisingan tersebut. Diantaranya adalah: volume lalu-lintas, kecepatan kendaraan, lebar jalan, jenis kendaraan dan adanya benda-benda disekitar jalan yang dapat meredam atau memantulkan bunyi. Dalam proyek ini penulis membuat sebuah sistem untuk memprediksi jumlah kendaraan berdasarkan tingkat

kebisingan lalu lintas dengan memanfaatkan metode logika fuzzy.

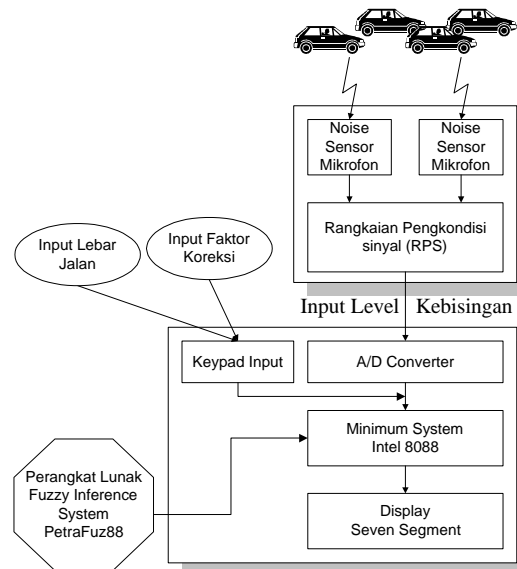
Penggunaan teknik logika fuzzy telah cukup meluas pada berbagai aplikasi mulai dari *consumer electronics, robotics*, kendali industri, dan lain-lain [2]. Teknik logika fuzzy sangat cocok digunakan pada sistem yang dalam pemrosesannya banyak melibatkan aturan (rule based). Sistem logika fuzzy biasanya memiliki sifat fault tolerant serta mampu mengakomodasi ketidak presisian dalam proses akuisis data. Implementasi kendali Fuzzy biasanya dilakukan oleh multi-purpose mikroprosesor, mikrokontroler maupun prosesor khusus berupa Fuzzy Logic Processor. Biasanya dibutuhkan alat atau software bantu untuk mengembangkan aplikasi fuzzy mulai dari tahap perancangan, evaluasi, implementasi dan penalaan (*tuning*).

Alat yang dibuat di sini menggunakan sistem mikroprosesor 8088 yang dilengkapi dengan sensor bising berupa mikropon. Hasil prediksi jumlah kendaraan ditampilkan pada display 7-segment led. Sistem inferensia fuzzy yang dipakai di sini menggunakan strategi MIN-MAX dengan tiga crisp input yaitu: level kebisingan, lebar jalan di mana alat ini dipakai dan faktor koreksi untuk mengakomodasi variabel faktor peredaman suara, kecepatan kendaraan dan jenis kendaraan yang lewat. Sedangkan metode defuzifikasi menggunakan COG (Center of Gravity) untuk menghasilkan crisp output berupa prediksi jumlah kendaraan per menit. Program inferensia logika fuzzy menggunakan PetraFuz88, yaitu program kernel fuzzy logic yang dikembangkan oleh laboratorium Sistem Kontrol, Jurusan Teknik Elektro, U.K. Petra [3]. Program ini ditulis dalam bahasa assembly 8088 dengan kemampuan memproses maksimum 8 input, 8 output, 1024 aturan fuzzy if-then, serta proses defuzifikasi menggunakan metode COG. Program kernel inferensia logika fuzzy ini merupakan pengembangan dari kernel sejenis untuk mikrokontroler MCS51 yang telah diimplementasikan pada beberapa aplikasi [4,5,6].

Pengujian sistem dilakukan dengan 2 metode yaitu membandingkan hasil prediksi alat dengan jumlah kendaraan sebenarnya, dan ke dua adalah membandingkan hasil prediksi dengan hasil perhitungan berdasarkan pendengaran telinga manusia dengan mata tertutup. Hasil percobaan menunjukan kesalahan prediksi pada percobaan pertama adalah 7-10 % sedangkan kesalahan prediksi alat bila dibandingkan hasil perhitungan telinga manusia adalah sekitar 4 - 5 %.

2. DESKRIPSI SISTEM PREDIKSI

Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem yang telah dibuat berbasis sistem mikroporsesor 8088. Sistem inferensia fuzzy logic diimplementasikan kedalam perangkat lunak yang ditulis dalam bahasa assembly yang diberi nama PetraFuz88 Kernel [3].



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

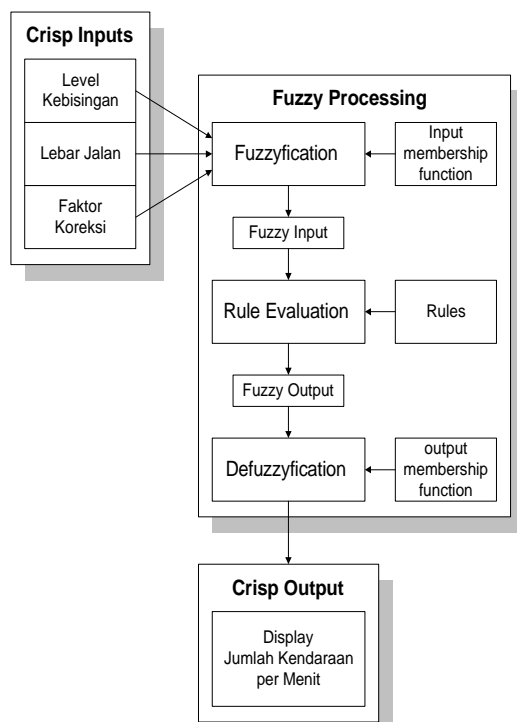
Adapun bagian-bagian penting dari sistem tersebut adalah:

- Dua buah rangkaian sensor bising untuk menerima bising kendaraan bermotor, dan RPS untuk mengolah sinyal yang diterima oleh kedua sensor bising, menjadi level tegangan yang sesuai dengan *Analog to Digital Converter* (ADC) yang digunakan.
- Rangkaian minimum system 8 bit dengan menggunakan prosesor Intel 8088, yang didalamnya terdapat sebuah IBM slot yang berisi pin-pin data bus dan beberapa pin kontrol, serta sebuah header untuk mengeluarkan pin-pin dari piranti I/O 8255.
- Rangkaian ADC digunakan untuk mengkonversikan besaran analog bising yang telah diproses oleh RPS, menjadi besaran digital untuk selanjutnya diolah menjadi input fuzzy bersama input yang lain yaitu lebar jalan dan faktor koreksi. Rangkaian ini dimasukkan dalam IBM slot pada minimum system
- Rangkaian keypad 3 tombol yaitu UP, DOWN dan ENTER, untuk menginputkan lebar jalan dan faktor koreksi ke dalam sistem mikroprosesor dan rangkaian display menggunakan 2 buah led 7-segment untuk menampilkan output prediksi yang diperoleh.
- Software yang berisi program bahasa *assembly* untuk mengoperasikan peralatan, yang didalamnya juga terdapat

rutin fuzzy inference system PetraFuz88 untuk mengolah *crisp input* menjadi *crisp output* dan menampilkannya hasil prediksi pada *display*.

3. PERANGKAT LUNAK SISTEM

Proses logika fuzzy yang terdiri dari 3 proses yaitu, fuzzifikasi (*fuzzification*), evaluasi rule (*rule evaluation*) dan defuzzifikasi (*defuzzification*) diimplementasikan kedalam program bahasa assembly 8088. Secara blok dapat digambarkan pada gambar 2.

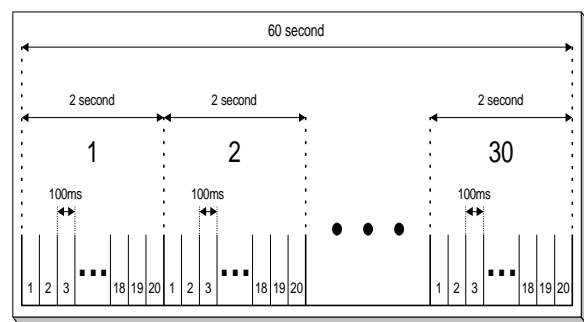


Gambar 2. Pemrosesan Fuzzy

Tiga buah crisp input: lebar jalan, faktor koreksi dan level kebisingan digunakan sebagai input pada proses fuzzifikasi untuk menghasilkan fuzzy input sesuai dengan membership function input yang dibuat. Hasil proses fuzzifikasi tersebut kemudian digunakan sebagai input pada proses evaluasi rule, untuk menghasilkan fuzzy output, sesuai dengan rule yang telah ditentukan. Selanjutnya fuzzy output akan diinputkan pada proses defuzzifikasi untuk menghasilkan crisp output, dalam hal ini adalah prediksi jumlah kendaraan, sesuai dengan membership function output yang dibuat. Di sini digunakan strategi logika fuzzy dari Mamdani (MIN_MAX) dan metode defuzzifikasi center of gravity (COG).

3.1 Proses Sampling Level Kebisingan

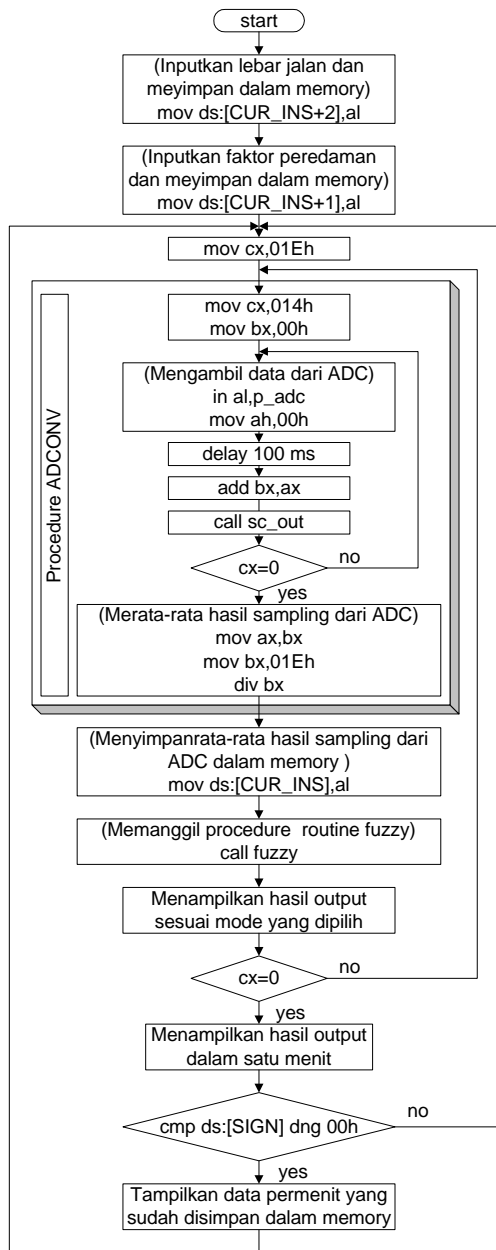
Level kebisingan disampling setiap 100 ms, lalu dilakukan pengulangan sebanyak 20 kali untuk kemudian diperoleh harga rata-ratanya. Harga rata-rata ini kemudian dijadikan sebagai input bagi sistem untuk diolah dan dihasilkan prediksi jumlah kendaraan yang lewat selama selang waktu 2 detik tersebut. Proses prediksi dilakukan berulang selama 30 kali, dan hasil prediksi diakumulasi selama 1 menit untuk kemudian ditampilkan pada display (kendaraan per menit). Untuk lebih memperjelas proses tersebut, diagram pewaktuan proses sampling dapat dilihat gambar 3 sedangkan proses program utama dapat dilihat pada gambar 4.



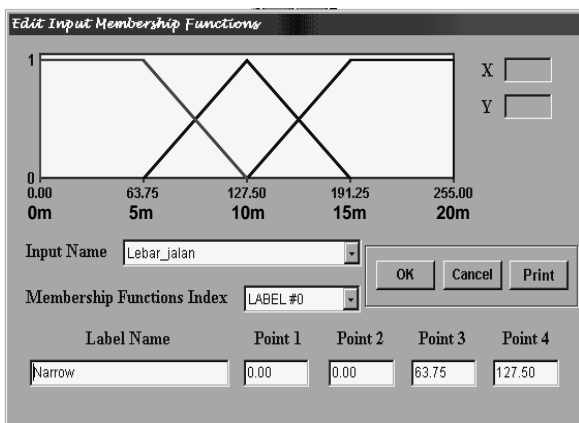
Gambar 3. Pewaktuan Sampling Kebisingan

3.2 Perencanaan Sistem Logika Fuzzy

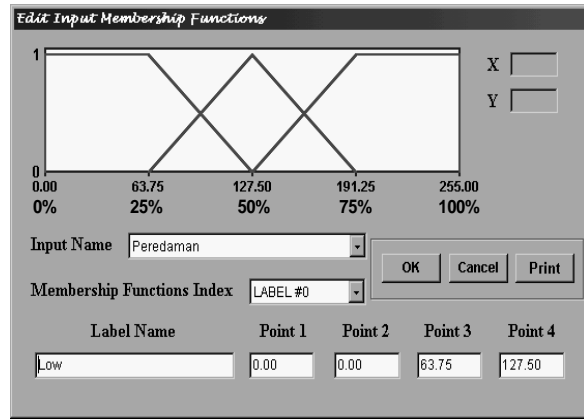
Sistem logika fuzzy di sini memiliki 3 input dan 1 output. Input terdiri dari: level kebisingan, lebar jalan dan faktor koreksi. Membership function dari masing-masing input ini memiliki 3 label. Label untuk input level kebisingan dan faktor koreksi adalah: “Low”, “Medium” dan “High”, sedangkan untuk input lebar jalan adalah: “Narrow”, “Medium” dan “Wide”. Bentuk membership function beserta dengan domainnya dapat dilihat pada gambar 5, 6 dan 7. Untuk membership function output prediksi jumlah kendaraan (gambar 8) digunakan bentuk singleton dengan 3 label: “Low”, “Medium” dan “High”. Output ini memiliki rentang nilai 0 sampai dengan 5 yang menunjukkan prediksi jumlah kendaraan yang dideteksi dalam kurun waktu 2 detik. Fuzzy if-then rules yang digunakan di sini dapat dilihat pada gambar 9.



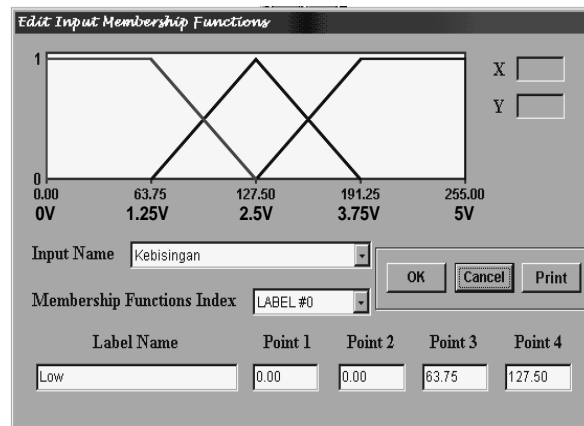
Gambar 4. Flowchart Program Utama



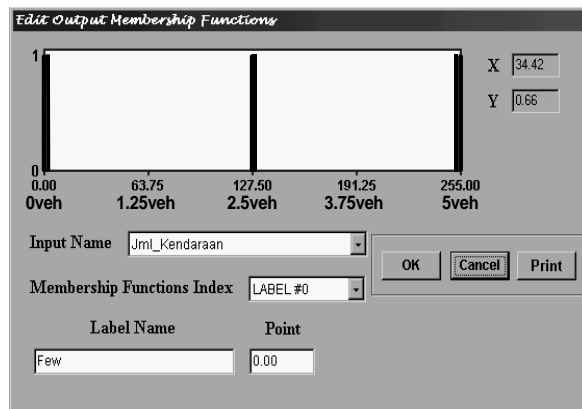
Gambar 5. Input Lebar Jalan



Gambar 6. Input Faktor Koreksi



Gambar 7. Input Level Kebisingan



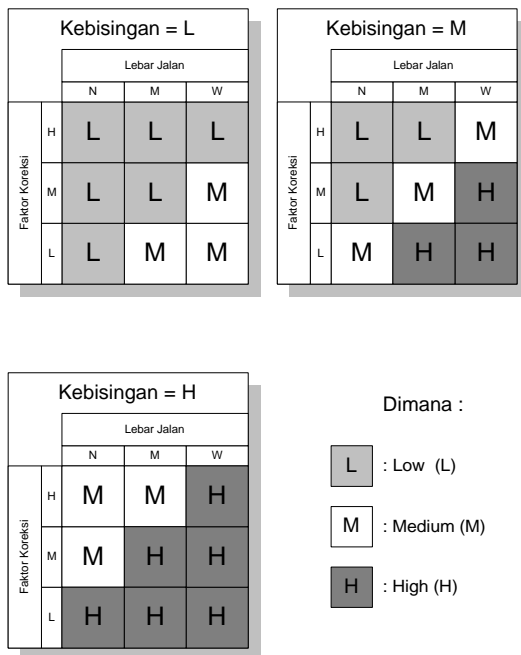
Gambar 8. Output Prediksi Jumlah Kendaraan

4. HASIL-HASIL PERCOBAAN

Pengujian sistem dilakukan dengan 2 cara yaitu membandingkan hasil prediksi alat dengan jumlah kendaraan sebenarnya dan yang ke dua adalah membandingkan hasil prediksi dengan hasil perhitungan berdasarkan pendengaran telinga manusia

dengan mata tertutup. Pengujian dilakukan di jalan Raya Jemursari, Surabaya. pada hari Senin, 4 Januari 1999, pukul 10.15 WIB. Pengujian dilakukan terhadap variasi parameter sebagai berikut:

- Variasi input faktor koreksi, dalam hal ini difungsikan sebagai faktor penala agar diperoleh hasil prediksi yang mendekati dengan hasil sebenarnya.
- Perubahan bentuk dan domain membership function input, yaitu pada input level kebisingan. Perubahan ini dimaksudkan untuk minimalisasi dari error prediksi yang dihasilkan sistem.



Gambar 9. Rule-Rule Yang Dibuat

Pada tabel 1 terlihat bahwa hasil prediksi alat bila dibandingkan dengan prediksi berdasarkan pendengaran manusia dengan mata tertutup terdapat selisih sekitar 4 %. Di sini tampak error prediksi cukup besar (15,27%) bila hasil prediksi alat dibandingkan dengan jumlah kendaraan sebenarnya. Berikutnya dilakukan penalaan pada input faktor koreksi menjadi 55%. Hasil prediksi ditampikan pada tabel 2.

Setelah dilakukan penalaan terhadap faktor koreksi, di sini terlihat error prediksi menjadi turun, khususnya bila dibandingkan dengan pendengaran manusia. Selanjutnya akan dilakukan penalaan terhadap membership function input level kebisingan agar didapat hasil prediksi yang lebih tepat. Perubahan bentuk membership function

input level kebisingan ditunjukkan seperti gambar 10. Hasil prediksi dengan perubahan ini dapat dilihat pada tabel 3. Di sini terlihat bahwa perubahan membership function input level kebisingan memberi kontribusi pada penurunan error prediksi. Dengan demikian hasil prediksi menjadi lebih mendekati hasil sebenarnya. Hasil yang lebih baik bisa didapat dengan sekali lagi melakukan penalaan pada input faktor koreksi. Penaikan nilai input faktor koreksi akan membuat error prediksi mengecil.

Tabel 1. Hasil Prediksi Jumlah Kendaraan

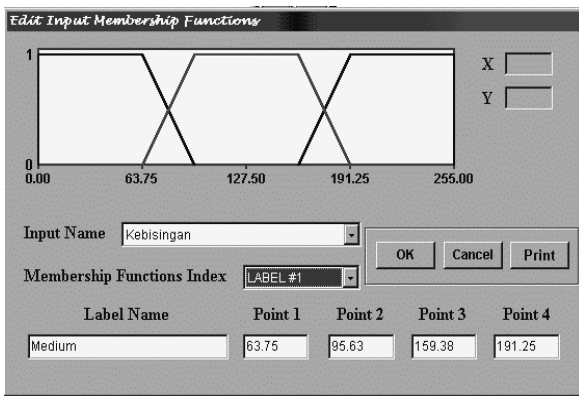
Menit Ke-	Jumlah Kendaraan			Error (X1&X2)%	Error (X1&X3)%	Delta Error 1 & Error 2
	Actual (X1)	Prediksi Telinga Man. (X2)	Prediksi Dengan Alat (X3)			
1	33	32	30	3,030	9,091	6,061
2	32	30	29	6,250	9,375	3,125
3	32	31	27	3,125	15,625	12,500
4	34	32	31	5,882	8,824	2,941
5	32	31	27	3,125	15,625	12,500
6	32	32	29	0,000	9,375	9,375
7	35	33	29	5,714	17,143	11,429
8	34	33	28	2,941	17,647	14,706
9	33	32	27	3,030	18,182	15,152
10	33	31	28	6,061	15,152	9,091
11	32	32	26	0,000	18,750	18,750
12	36	33	28	8,333	22,222	13,889
13	35	33	29	5,714	17,143	11,429
14	29	28	24	3,448	17,241	13,793
15	34	32	28	5,882	17,647	11,765
Mean =				4,169	15,27	
Standart Deviasi =				2,352	4,150	

Lebar jalan = 8 meter (8)
 Faktor koreksi = 65% (13)

Tabel 2. Hasil Prediksi Jumlah Kendaraan Dengan Pengurangan Input Faktor Koreksi

Menit Ke-	Jumlah Kendaraan			Error (X1&X2)%	Error (X1&X3)%	Delta Error 1 & Error 2
	Actual (X1)	Prediksi Telinga Man. (X2)	Prediksi Dengan Alat (X3)			
1	33	32	28	3,030	15,152	12,121
2	32	30	30	6,250	6,250	0,000
3	32	31	32	3,125	0,000	3,125
4	34	32	28	5,882	17,647	11,765
5	32	31	28	3,125	12,500	9,375
6	32	32	31	0,000	3,125	3,125
7	35	33	34	5,714	2,857	2,857
8	34	33	34	2,941	0,000	2,941
9	33	32	32	3,030	3,030	0,000
10	33	31	30	6,061	9,091	3,030
11	32	32	30	0,000	6,250	6,250
12	36	33	29	8,333	19,444	11,111
13	35	33	30	5,714	14,286	8,571
14	29	28	28	3,448	3,448	0,000
15	34	32	30	5,882	11,765	5,882
Mean =				4,169	8,320	
Standart Deviasi =				2,352	6,430	

Lebar jalan = 8 meter (8)
 Faktor koreksi = 55% (11)
 Referensi bising = 63 desimal



Gambar 10. Perubahan Membership Function Level Kebisingan

Tabel 3. Hasil Prediksi Dengan Perubahan MF Input Level Kebisingan

Menit Ke-	Jumlah Kendaraan			Error (X1&X2)%	Error (X1&X3)%	Delta Error 1 & Error 2
	Actual (X1)	Prediksi Telinga Man. (X2)	Prediksi Dengan Alat (X3)			
1	33	32	31	3,030	6,061	3,030
2	32	30	29	6,250	9,375	3,125
3	32	31	31	3,125	3,125	0,000
4	34	32	28	5,882	17,647	11,765
5	32	31	27	3,125	15,625	12,500
6	32	32	30	0,000	6,250	6,250
7	35	33	31	5,714	11,429	5,714
8	34	33	33	2,941	2,941	0,000
9	33	32	33	3,030	0,000	3,030
10	33	31	32	6,061	3,030	3,030
11	32	32	29	0,000	9,375	9,375
12	36	33	30	8,333	16,667	8,333
13	35	33	32	5,714	8,571	2,857
14	29	28	28	3,448	3,448	0,000
15	34	32	32	5,882	5,882	0,000
Mean =				4,169	7,960	
Standart Deviasi =				2,352	5,430	

Lebar jalan = 8 meter (8)
 Faktor koreksi = 65% (13)

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengembangan sistem dan percobaan yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem prediksi fuzzy yang telah dibuat mampu memprediksi jumlah kendaraan bermotor berdasarkan tingkat kebisingan dengan kesalahan sekitar 8 %. Kesalahan prediksi bisa diperkecil dengan menambah jumlah input pada sistem fuzzy yang secara signifikan berpengaruh dalam proses prediksi. Kandidatnya adalah: kecepatan rata-rata kendaraan, jenis kendaraan yang lewat dan faktor peredaman suara.

2. Untuk memperoleh hasil prediksi dengan kesalahan yang rendah, perlu dilakukan penalaan pada bentuk dan domain membership function, serta rule-rule yang ditarapkan. Dibutuhkan proses trial and error dalam melakukan ini. Terbuka kesempatan untuk pengembangan lanjutan proyek ini, dengan menggabungkan teknik jaringan saraf tiruan untuk proses pembelajaran untuk membantu proses penalaan sistem fuzzy.
3. Sistem prediksi fuzzy yang telah dibuat masih mempunyai kelemahan yaitu tidak dapat membedakan arah gerakan kendaraan bermotor. Demikian juga sistem ini tidak dapat membedakan kendaraan bermotor yang berjalan paralel.

DAFTAR PUSTAKA

1. Purnomowati, Endang Rukmini. *Mencari korelasi tingkat kebisingan lalu Lintas dengan Jumlah Kendaraan yang lewat di jalan Kaliurang*. Yogyakarta: Media Teknik No. 4 Tahun XIX Edisi Nopember 1997.
2. Klir, George J, "Fuzzy Sets and Fuzzy Logics : Theory and Applications", NJ : Prentice Hall, 1995.
3. Iwan, dkk. *Petrafuz88: Fuzzy Logic Kernel untuk Mikroprosesor 8088*. Surabaya: Laboratorium Sistem Kontrol-Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra, 1999.
4. Petra Christian University, Control System Laboratory'a Team. *Petra Fuzzy Development System For MCS51 Family*. Surabaya: Departement of Electrical Engineering, Petra Christian University, 1998.
5. Thiang, Anies Hanawati, Resmana, *Petrafuz: Sistem Pengembangan Kendali Fuzzy Logic berbasis Mikrokontroler Keluarga MCS51*, Prosiding Seminar Nasional Penerapan Teknologi Kendali dan Instrumentasi pada Pertanian, BPPT-Jakarta. Oktober, 1998.

6. Resmana, Agus S.W., Marselino S., *Kendali Putaran Motor DC Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler 8031*, Prosiding Workshop and Seminar on Digital Control, ITB-Bandung, Pebruari 1999.
7. Motorola Cortex Communication. *Fuzzy Logic Education Program*. Texas: Inc., Austin, 1992-1994.