

SIMULASI KECEPATAN KENDARAAN DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Samuel Lukas, Arnold Aribowo, Yogih Suharta Tjia
Jurusan Teknik Informatika Universitas Pelita Harapan
slukas@uph.edu, arnold@uph.edu, yogzkerenz@yahoo.com

ABSTRACT

Artificial intelligence has been implemented widely. Many of household products are designed based on artificial intelligence concept. One of them is fuzzy logic system. This paper describes on how a fuzzy logic system can also be implemented in controlling the speed of a car in the road.

The fuzzy inference system was designed according to Tsukamoto inferencing method and for the defuzzification method is used weighted average method. There are three inputs for the system. The are distance between controled car and the car infront of the controled car, distance between controled car and turning point in front of the car and the last is the current speed of the controled car. The output of the system is the next speed of the controled car. For every inputs, three predicates fuzzy are used. Therefore, there are 27 ruler of inference.

From the experiment, it can be concluded that the system works well. The performance of the system closely relates with the membership function of each variabel.

Keywords: Fuzzy logic, Fuzzy inference, Defuzzification

1. Pendahuluan

Ditengah perkembangan bidang komputer dan transportasi, ada satu permasalahan yang coba untuk dicari jawaban terbaiknya yaitu apakah mungkin melakukan kendali kecepatan mobil secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu simulasi berdasarkan prinsip system fuzzy untuk melakukan pengaturan kecepatan kendaraan.

Salah satu teknik kecerdasan buatan dalam bidang komputasi digunakan logika *fuzzy*. Teknik ini sudah sering digunakan untuk membangun berbagai sistem pengaturan. Salah satu diantaranya adalah sistem pengaturan kecepatan kendaraan. Pada makalah ini digunakan tiga masukan kedalam sistem *fuzzy*, yaitu jarak antara mobil dengan mobil di depannya, jarak antara mobil dengan tikungan, serta kecepatan mobil sebelumnya. *Output* yang dihasilkan berupa kecepatan ideal dari mobil pada kondisi tersebut.

Setiap mobil yang dipakai dalam simulasi memiliki spesifikasi yang sama. Selain itu simulasi dibatasi dengan mobil yang tidak saling mendahului. Ketika mobil menemukan hambatan di depannya, mobil tersebut akan membuat antrian di belakangnya. Selain itu, kondisi jalan raya yang digunakan tidak difokuskan kepada beberapa hal seperti rambu-rambu lalu lintas, kondisi cuaca atau gesekan jalan raya. Jalan yang dibuat merupakan jalan satu arah yang hanya dapat dilalui oleh sebuah mobil saja. Dalam hal teknisnya, sistem inferensi fuzzy yang digunakan ialah metode Tsukamoto dengan *Weighted Average Method* sebagai metode defuzzifikasinya.

2. Fuzzy Logic

Konsep logika *fuzzy* pertama kali disusun oleh Lotfi Zadeh, profesor dari Universitas California di Berkley, sebagai alat pemrosesan data yang memiliki banyak anggota himpunan [3]. Konsep logika Boolean menyatakan bahwa untuk satu keadaan, suatu elemen dapat dinyatakan sebagai anggota pada satu himpunan atau tidak sama sekali. Konsep logika *fuzzy* menyatakan bahwa pada satu keadaan keanggotaan suatu elemen pada suatu himpunan dinyatakan dengan suatu bilangan yang besarnya dari 0 s.d 1. Bilangan itu disebut derajat keanggotaan. Derajat keanggotaan x pada himpunan A dilambangkan dengan $\mu_A(x)$. Elemen x adalah anggota himpunan A apabila $0 < \mu_A(x) \leq 1$. Jadi apabila $\mu_A(x) = \{0,1\}$ maka A disebut himpunan boolean atau himpunan *Crisp* sedangkan apabila $0 \leq \mu_A(x) \leq 1$ maka A himpunan *fuzzy*.

Kelly seorang anak berumur 10 bulan sedangkan Billy berumur 4.5 tahun dan dibentuk suatu himpunan fuzzy balita. Himpunan balita adalah himpunan anak bayi hingga anak berumur lima tahun. Jelaslah bahwa Kelly dan Billy termasuk anggota himpunan ini. Meskipun demikian derajat keanggotaan Kelly dan Billy tidaklah sama. Derajat keanggotaan Kelly lebih besar dari Billy karena Kelly termasuk himpunan balita adalah *very true* sedangkan Billy adalah *fairly true*. *Very true* dan *fairly true* dikenal dengan nama predikat *fuzzy*. Ada beberapa predikat fuzzy lainnya yang berhubungan dengan ini seperti *true*, *very false*, *false* dan *fairly false*.

Fungsi yang memetakan keanggotaan suatu elemen pada suatu himpunan disebut fungsi keanggotaan. Pada dasarnya ada tiga jenis fungsi keanggotaan yaitu fungsi penyusutan, fungsi gauss dan fungsi pengembangan. Operasi keanggotaan dasar pada himpunan fuzzy A dan B apabila $x \in A$, $y \in B$ dinyatakan sebagai berikut

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (1)$$

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (2)$$

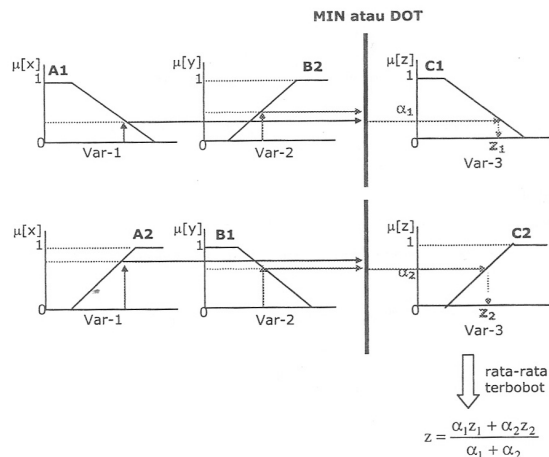
$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A(x) \quad (3)$$

$$\mu_{AxB}(x, y) = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (4)$$

Empat tahapan dalam pembuatan sistem fuzzy adalah fuzzifikasi, pembuatan aturan (rule), inferensi fuzzy, dan defuzzifikasi. Pada tahap fuzzifikasi, masukan dipetakan ke dalam suatu himpunan fuzzy melalui fungsi keanggotaan. Tahapan pembuatan aturan dilakukan dengan menggunakan fungsi implikasi berikut:

$$\text{if } \{(x_1 \in A_1) \circ (x_2 \in A_2) \circ \dots \circ (x_m \in A_m)\} \text{ then } \{(y_1 \in B_1) \circ (y_2 \in B_2) \circ \dots \circ (y_n \in B_n)\} \quad (5)$$

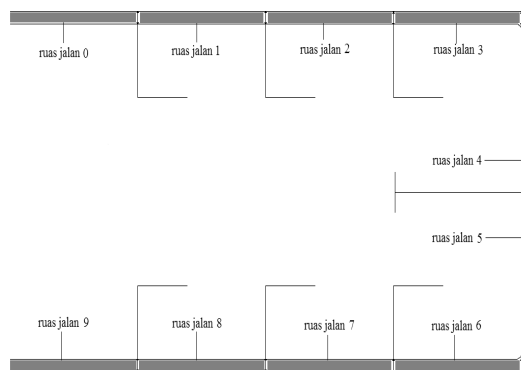
Tahapan inferensi fuzzy adalah tahapan yang menggabungkan tahapan fuzzifikasi dengan tahapan aturan untuk menghasilkan keluaran. Tahapan inferensi dapat dilakukan dengan metode Tsukamoto, metode Mamdani dan metode Sugeno. Tahapan inferensi menggunakan metoda Tsukamoto diperlihatkan pada Gambar 1. Sistem terdiri dari dua buah himpunan fuzzy masukan A1 dan A2 dengan satu buah himpunan fuzzy keluaran C1. Selain itu sistem inferensinya memiliki dua buah aturan. Proses pertama menentukan nilai α -predikat (*fire-strength*) dan nilai keluaran dari setiap aturan yang ada. α -predikat (*fire-strength*) dan nilai keluaran dilambangkan dengan α_i dan z_i . Kemudian menentukan keluaran akhirnya dari setiap aturan. α -predikat dari suatu aturan adalah nilai derajat keanggotaan dari premis aturannya sedangkan nilai keluaran, z_i , dari suatu aturan adalah nilai inverse fungsi keanggotaan keluarannya dengan variabel tak bebasnya adalah α_i . Tahapan terakhir sistem fuzzy yaitu tahap defuzzifikasi. Tahapan ini memetakan keluaran yang bersifat fuzzy menjadi output yang bersifat eksak.



Gambar 1 : Cara Kerja Metode Tsukamoto

3. Perancangan Simulasi

Dua rancangan yang terlibat dalam perancangan simulasi; perancangan mobil dan perancangan jalan. Kedua perancangan tersebut menggunakan *object oriented programming*. Mobil dirancang dengan percepatan maksimum sebesar 3 m/s^2 dan perlambatan maksimum sebesar 1.5 m/s^2 . Percepatan dan perlambatan dari mobil tidak bernilai konstan. Namun berubah-ubah dipengaruhi jarak terdekat mobil dengan keadaan yang akan dicapai. Jalan dirancang dalam dengan 10 ruas jalan seperti pada Gambar 2. Masing-masing ruas jalan (kecuali ruas jalan 0 dan ruas jalan 9), dapat didefinisikan sendiri.

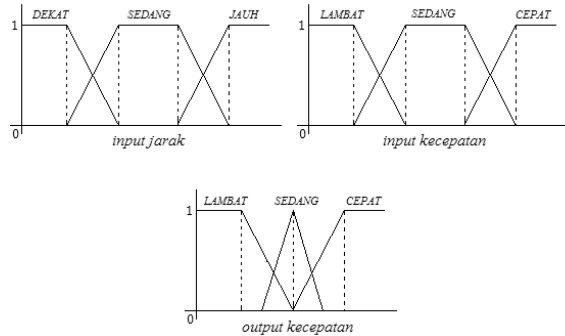


Gambar 2 : Perancangan Jalan

Kondisi itu berupa jumlah mobil, maksimum jumlah mobil, panjang jalan serta kecepatan mobil pada ruas jalan itu. Semua mobil yang ada pada ruas jalan adalah mobil-mobil yang berfungsi sebagai penghambat sedangkan mobil yang akan disimulasikan (mobil fuzzy) bergerak dari ruas jalan 0 ke ruas jalan 9 dengan suatu kecepatan awal tersendiri yang dapat didefinisikan dalam tiga himpunan fuzzy, lambat, sedang dan cepat.

Sistem fuzzy yang dirancang terdiri dari tiga buah variabel masukan dan satu variabel keluaran fuzzy. Ketiga variabel masukan fuzzy adalah jarak antara mobil fuzzy dengan mobil hambatan, jarak antara mobil fuzzy dengan tikungan dan kecepatan mobil

fuzzy sebelumnya. Sedangkan satu variabel fuzzy keluarannya adalah kecepatan ideal mobil fuzzy. Predikat fuzzy dari sistem adalah DEKAT, SEDANG, dan JAUH untuk variabel fuzzy berupa jarak, dan LAMBAT, SEDANG, dan CEPAT untuk variabel fuzzy berupa kecepatan, Gambar 3.



Gambar 3 : Variabel Fuzzy dan predikat Fuzzynya

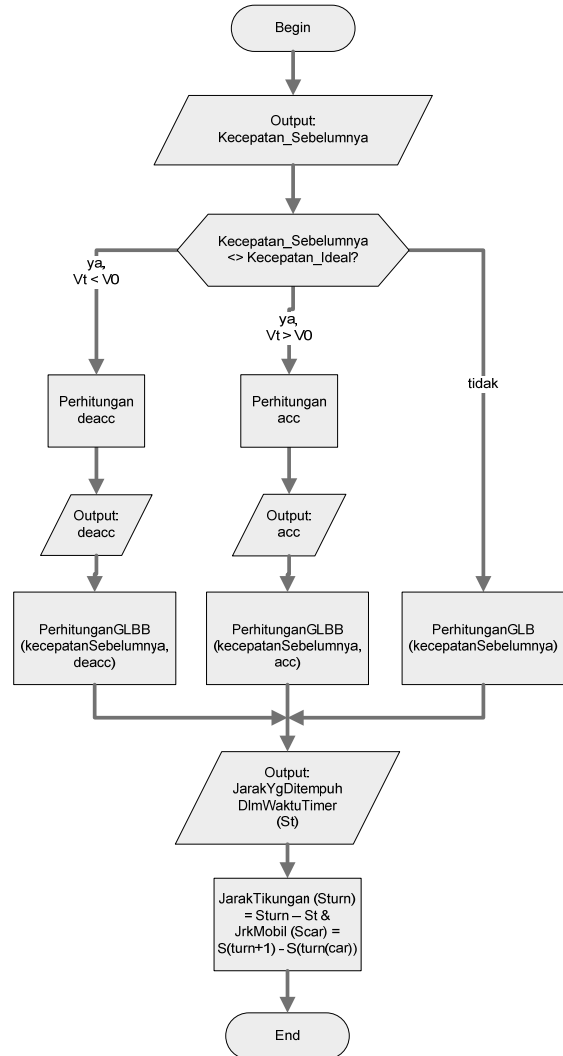
Karena digunakan tiga predikat fuzzy pada tiga masukan fuzzy maka terbentuk 27 aturan fuzzy diantaranya diperlihatkan sebagai berikut :

- IF (JrkMobil JAUH) AND (JrkTikungan JAUH) AND (KecCEPAT) THEN (KecIdeal CEPAT)
- IF (JrkMobil SEDANG) AND (JrkTikungan DEKAT) AND (KecCEPAT) THEN (KecIdeal LAMBAT)

Setelah dihasilkan kecepatan ideal maka sistem akan melakukan perubahan kecepatan dari mobil fuzzy dengan bagan alir diperlihatkan pada Gambar 4.

4. Hasil percobaan dan Pembahasan

Setelah dilakukan beberapa kali percobaan maka ditetapkan fungsi keanggotaan sistem untuk variabel JrkMobil yang adalah jarak mobil fuzzy dengan mobil hambatan dan variabel JrkTikungan yang adalah jarak mobil fuzzy dengan tikungan dinyatakan pada persamaan 6,7 dan 8 sedangkan untuk variabel Kec yang adalah kecepatan awal mobil fuzzy dinyatakan pada persamaan 9,10 dan 11. Fungsi keanggotaan keluaran KecIdeal yang adalah kecepatan mobil fuzzy yang diharapkan dinyatakan pada persamaan 12,13 dan 14.



Gambar 4: Bagan Alir Proses Perhitungan Kecepatan

$$\mu_{J_{Dekat}}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 5 \\ 6-x & 5 \leq x \leq 6 \\ 0 & x \geq 6 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_{J_{Sedang}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 6, x \geq 16 \\ x-5 & 5 \leq x \leq 6 \\ 16-x & 15 \leq x \leq 16 \\ 1 & 6 \leq x \leq 15 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{J_{Jauh}}(x) = \begin{cases} 1 & x \geq 16 \\ x-15 & 15 \leq x \leq 16 \\ 0 & x \leq 15 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{J_{Lambatt}}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 3 \\ 4-x & 3 \leq x \leq 4 \\ 0 & x \geq 4 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{J_{Sedang}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 3, x \geq 16 \\ x-3 & 3 \leq x \leq 4 \\ 12-x & 9 \leq x \leq 12 \\ 1 & 4 \leq x \leq 9 \end{cases} \quad (10)$$

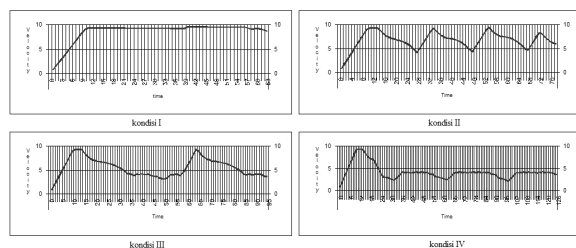
$$\mu_{J_{Cepat}}(x) = \begin{cases} 1 & x \geq 12 \\ \frac{x-9}{3} & 9 \leq x \leq 12 \\ 0 & x \leq 9 \end{cases} \quad (11)$$

$$\mu_{OLambatt}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 0 \\ \frac{4.1-x}{4.1} & 0 \leq x \leq 4.1 \\ 0 & x \geq 4.1 \end{cases} \quad (12)$$

$$\mu_{OSedang}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 3, x \geq 5.3 \\ \frac{x-3}{1.1} & 3 \leq x \leq 4.1 \\ \frac{5.3-x}{1.2} & 4.1 \leq x \leq 5.3 \end{cases} \quad (13)$$

$$\mu_{OCepat}(x) = \begin{cases} 1 & x \geq 10 \\ \frac{x-4.1}{5.9} & 4.1 \leq x \leq 10 \\ 0 & x \leq 4.1 \end{cases} \quad (14)$$

Percobaan dari perancangan sistem dilakukan atas empat kondisi. Kondisi 1 terbentuk dari kondisi simulasi tanpa mobil hambatan sedangkan kondisi 2, kondisi 3 dan kondisi 4 terbentuk dari kondisi simulasi dengan mobil hambatan. Pada kondisi 2 mobil hambatan melaju cepat, pada kondisi 3 mobil hambatan melaju sedang, dan pada kondisi 4 mobil hambatan melaju dengan lambat. Perbedaan rata-rata kecepatan dan maksimum serta minimum kecepatan pun berbeda pada masing-masing kondisi. Hasil percobaan diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5 : Perubahan Kecepatan Mobil *Fuzzy* dalam Empat Kondisi Berbeda

Pada kondisi 1 mobil *fuzzy* bergerak dari kecepatan awal menuju kecepatan maksimum karena memang ia bergerak relatif tanpa hambatan. Pada kondisi 2 kecepatan mobil *fuzzy* bergerak fluktuatif karena ada hambatan. Kondisi 3 lebih memperjelas kecepatan mobil *fuzzy* yang fluktuatif bergerak melambat karena hambatan yang makin besar. Sedangkan kondisi 4 karena hambatan sangat besar maka mobil *fuzzy* bergerak melambat. Fluktuatifnya kecepatan mobil *fuzzy* dikarenakan segmentasi ruas jalan yang berubah.

5. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem berbasis logika *fuzzy* dapat diterapkan pada sistem pengendalian kecepatan mobil.
2. Pengaruh terbesar terhadap sistem berbasis logika *fuzzy* ialah penetapan fungsi keanggotaan yang menentukan kecepatan minimum dan kecepatan maksimum dari mobil.
3. Untuk perkembangan lebih lanjut, dapat dilakukan beberapa hal seperti penetapan fungsi keanggotaan yang lebih baik, seiring dengan kenaikan persentase keberhasilan terhadap aturan-aturannya.

Daftar Pustaka

- [1]. Kusumadewi, S., **Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)**, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2003.
 - [2]. Kusumadewi, S., & Purnomo, H., **Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan**, Yogyakarta. Graha Ilmu, 2004.
- Kaehler, S.D., **Fuzzy Logic Tutorial**, <http://www.seattlerobotics.org/encoder/mar98/fuz/flindex.html>, 10 November 2007.