



Pengaruh Penentuan Domain, Fungsi Keanggotaan Dan Rule Dalam Membangun Sistem Fuzzy

Imamatul Ummah¹, Nanndo Yannuansa², Iftitaahul Mufarrihah³

Teknik Elektro, Universitas Hasyim Asy`ari^{1,2}

Teknik Informatika, Universitas Hasyim Asy`ari³

Email: ummah.134@gmail.com¹, n4nndOyan@gmail.com²,

iftitaahul.mufarrihah@gmail.com³

Abstrak

Setiap tahapan dalam membangun sistem *fuzzy* mempengaruhi hasil output. Tahapan dasar yang sering kali menimbulkan pertanyaan adalah tahapan *fuzzyfication* dan *inference*. Tahapan *fuzzyfication* yang paling penting adalah menentukan batasan domain dan fungsi keanggotaan pada setiap himpunan variabel. Tahapan *inference* yaitu membentuk *rule* dengan aturan *if--- then*, untuk membentuk *rule* dilakukan dengan mengkombinasi setiap himpunan variabel. Namun, berapa *rule* yang harus digunakan tidak ada aturan secara umum. Itu semua berdasarkan para pakar. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan beberapa percobaan dengan melakukan perbedaan dalam penentuan batas domain, fungsi keanggotaan dan jumlah *rule* yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan, nilai error yang paling kecil ditunjukkan pada batasan domain yang lebih sempit dengan fungsi keanggotaan segitiga dan jumlah *rule* 288 berdasarkan kombinasi dari setiap himpunan variabel.

Kata Kunci: sistem fuzzy; domain; fungsi keanggotaan; rule

ABSTRACT

Each stage in building a fuzzy system affects the output. The basic stages that often raise questions are the stages of fuzzyfication and inference. The most important stage of fuzzyfication is to determine domain boundaries and membership functions for each set of variables. The inference stage is to form a rule with the if --- then rule, to form a rule, it is done by combining each set of variables. However, how many rules should be used there are no general rules. It's all based on experts. Therefore, in this study, several experiments were carried out by making differences in determining domain boundaries, membership functions and the number of rules used. The results show that the smallest error value is shown in a narrower domain boundary with a triangular membership function and the number of rules is 288 based on the combination of each set of variables.

Keywords: fuzzy system, domain, membership function, rule

A. PENDAHULUAN

Langkah awal dalam membangun sistem *fuzzy* yang perlu diperhatikan adalah mengubah himpunan *crisp* menjadi himpunan *fuzzy* atau disebut dengan proses *fuzzyfication*. Proses *fuzzyfication* meliputi penentuan domain dan fungsi keanggotaan. Setelah proses *fuzzyfication* adalah proses *inference*, proses *inference* yaitu membentuk aturan (*rule*) *IF ... THEN*. Setiap proses dalam membangun sistem *fuzzy* pasti memiliki andil dalam menghasilkan output.

Setiap membangun sistem *fuzzy*, peneliti ataupun mahasiswa seringkali mengalami kesulitan dalam menentukan batasan domain, jenis fungsi yang digunakan dan *rule* yang dibentuk. Dibeberapa literatur belum ditemukan ketentuan dalam menentukan batasan atau menggunakan fungsi keanggotaan. Sedangkan untuk membentuk *rule* dibebberapa literatur menyebutkan berdasarkan para pakar (Suyanto, 2014).

Pada beberapa jurnal sudah dilakukan beberapa penelitian terkait pengaruh penentuan jumlah fungsi keanggotaan ataupun memilih jenis fungsi keanggotaan. Dwisaputra jumlah input berpengaruh terhadap

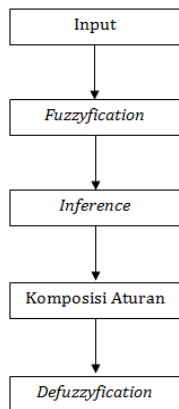
keseimbangan robot dan jumlah *membership function* berpengaruh terhadap peningkatan performa *controller* (Dwisaputra, Mahmoud, Megayanti, Budiawan, & R, 2019). Susanto melakukan penelitian dengan membandingkan fungsi keanggotaan tipe segitiga dan tipe g-bell, hasil penelitian menunjukkan tidak ada pengaruh dalam menggunakan tipe fungsi keanggotaan segitiga maupun g-bell (Susanto, Sumargono, & Catur, 2019). Hasil penelitian Ismawati membuktikan bahwa jumlah *membership function* berpengaruh terhadap *output*, sedangkan model *fuzzy* berpengaruh sangat kecil (Ismawati, Syauqy, & Prasetio, 2017). Humaidillah dkk melakukan perbandingan dalam menggunakan *membership function* segitiga, PI dan trapezium, hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh perbedaan penggunaan *membership function* terhadap *output* (Wardana, Ummah, & Fitriyah, 2019). Suhada dan Riana membandingkan metode *defuzzification centroid* dan *maximum defuzzifier*, hasil dari penelitian ini menunjukkan lebih tepat menggunakan metode *centroid* (Suhada & Riana, 2016).

Berdasarkan beberapa hasil penelitian tersebut, menunjukkan tidak ada pengaruh dalam penggunaan jenis *membership function* terhadap hasil *output*. Lantas bagaimana pengaruh dengan penentuan domain, fungsi keanggotaan dan *rule* terhadap hasil *output*. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis pengaruh penentuan domain, fungsi keanggotaan dan *rule* dalam membangun sistem *fuzzy*.

B. METODE

Penelitian ini menggunakan data online yang didapat dari sumber <https://kaggle.com/>. Data yang digunakan merupakan data serangan jantung. Berdasarkan data yang didapat diolah dengan menggunakan *fuzzy*

inference system metode mamdani. Sistem dibangun menggunakan matlab r2011a. Adapun proses untuk membangun sistem *fuzzy* metode mamdani ada 4 tahap, meliputi: 1) proses *fuzzyfication*, 2) proses *inference*, 3) komposisi aturan dan 4) proses *defuzzyfication* (Ummah & Yannuansa, 2021).



Gambar 2.1 Proses alur *fuzzy inference system*

Tahap pertama *fuzzyfication* menentukan domain dan fungsi keanggotaan. Pada penelitian ini tahap *fuzzyfication* dilakukan empat kali dengan dua macam domain dan dua macam fungsi keanggotaan. Tahap *inference* membentuk aturan *rule*, pada tahap ini juga dilakukan dua jumlah *rule* yang digunakan berbeda, *rule* pertama dibentuk berdasarkan kombinasi setiap variabel himpunan input dan output dan *rule* yang kedua berdasarkan data yang digunakan.

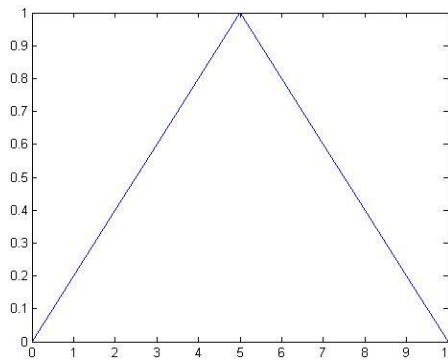
1. *Fuzzyfication*

Fuzzyfication merupakan proses untuk merubah nilai *crisp* inputan menjadi nilai *fuzzy* (derajat keanggotaan) menggunakan suatu *membership function* (fungsi keanggotaan) (Santoso, Azis, & Zohrahayaty, 2020). Pada penelitian ini menggunakan perbandingan fungsi segitiga dan Gaussian.

Fungsi Keanggotaan Segitiga

Fungsi kurva linier yang terdiri dari dua garis lurus, yaitu kurva linier naik dan kurva linier turun. Fungsi keanggotaan segitiga memiliki tiga parameter a , b dan c .

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

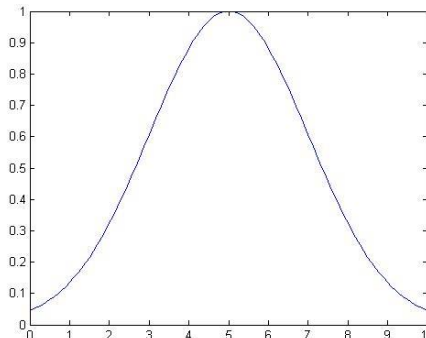


Gambar 2.2 Grafik fungsi segitiga

Fungsi Keanggotaan Gauss

Fungsi kurva Gauss memiliki parameter σ dan c , yang mana σ adalah *variance* (*standard deviation* ²) dan c adalah *mean*.

$$\mu_{[x]} = \exp\left(\frac{-(x - c)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2)$$



Gambar 2.3 Grafik fungsi Gauss

2. Inference

Basis pengetahuan (*knowledge base*) merupakan kumpulan aturan-aturan (*rule*) yang berupa pernyataan JIKA ... MAKA.... Proposisi yang mengikuti JIKA disebut anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti MAKA disebut konsekuen. *Rule* diperoleh berdasarkan pengetahuan pakar. Secara umum bentuk *rule* yaitu: **JIKA x adalah A MAKA y adalah B**

Pada penelitian ini bentuk *rule* menggunakan operator AND dan membandingkan jumlah *rule* yang digunakan. **JIKA (x_1 adalah A_1) AND (x_2 adalah A_2) AND ... AND (x_n adalah A_n) MAKA y adalah B .** Setelah memperoleh *rule* selanjutnya proses penalaran, pada proses ini menentukan nilai α – *predikat* _{i} . Operasi dasar yang digunakan untuk memperoleh nilai α – *predikat* _{i} , yaitu: AND (*intersection* / irisan).

Operasi Irisan (*Intersection*)

Operasi irisan menggunakan operator AND, apabila terdapat dua himpunan *fuzzy* A AND B dapat dinyatakan dengan $A \cap B$. Nilai α – *predikat* _{i} dari $A \cap B$ adalah derajat keanggotaan yang terkecil antara A dan B .

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \tag{3}$$

3. Komposisi Aturan

Cara ini didapatkan dengan mengambil nilai maksimum derajat keanggotaan berdasarkan output dari setiap *rule* yang sama, kemudian nilai tersebut membentuk daerah hasil komposisi beserta fungsinya digunakan untuk proses selanjutnya. Pada penelitian ini menggunakan metode max.

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) \tag{4}$$

4. *Defuzzyfication*

Input dari proses *deffuzzyfication* adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*. Sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Jadi, jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai *output*. Dapat dikatakan *deffuzzyfication* merupakan langkah mengkonversi nilai *fuzzy* dari hasil komposisi aturan kedalam sebuah bilangan *crisp*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *centroid*. Terdapat dua bentuk untuk mengambil titik pusat (z^*) /COG yaitu:

Untuk variabel kontinu	Untuk variabel diskrit	$z^* = \frac{\int_Z z\mu(z)dz}{\int_Z \mu(z)dz} = \frac{\sum_{j=1}^n z_j\mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)}$	z^*	(5)
---------------------------	---------------------------	---	-------	-----

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menggunakan 249 data serangan jantung, dengan variabel input meliputi umur, tekanan darah, kolesterol, dan gula darah. Output dari penelitian ini adalah prediksi serangan jantung. *Range* masing-masing variabel ditunjukkan pada tabel 3.1, yaitu:

Tabel 3.1 Variabel input dan himpunannya

Variabel	Range	Linguistik
Umur	< 26	Remaja
	26 - 45	Dewasa
	46 - 65	Lansia
	> 65	Manula
	< 120	Normal
Tekanan darah	120 – 140	Prehipertensi
	140 – 160	Hipertensi Stage I
	>160	Hipertensi Stage I

Kolestrol	< 200	Normal
	200 – 239	Agak tinggi
	> 240	tinggi
Gula Darah	< 100	Normal
	100 – 126	Prediabetes
	> 126	Diabetes

Penentuan *range* tersebut berdasarkan pada konsensus (Soelistijo et al., 2015), kemudian diterapkan pada penentuan domain setiap himpunan variabel. Pada penelitian ini dilakukan dua kali percobaan dengan batas domain berbeda. Percobaan pertama menggunakan fungsi keanggotaan segitiga dengan dua kali percobaan domain yang berbeda dan percobaan kedua menggunakan fungsi keanggotaan Gauss. Berikut batas domain pada setiap fungsi keanggotaan yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Domain untuk membangun sistem *fuzzy*

Variabel	Range	Linguistik	Part I: Domain <i>mf</i> Segitiga [a b c]	Part II: Domain <i>mf</i> Segitiga [a b c]	Part I: Domain <i>mf</i> Gauss [σ c]	Part II: Domain <i>mf</i> Gauss [σ c]
Umur	< 26	Remaja	[0 0 26]	[0 0 26]	[8 0]	[8 0]
	26 - 45	Dewasa	[26 36 45]	[26 36 45]	[4 36]	[4 36]
	45 - 65	Lansia	[45 55 65]	[45 55 65]	[2.5 55]	[2.5 55]
	> 65	Manula	[65 80 80]	[65 100 100]	[6 80]	[12 100]
Tekanan darah	< 120	Normal	[0 0 120]	[90 90 120]	[39 0]	[10 90]
	120 – 140	<i>Prehipertensi</i>	[120 130 140]	[120 130 140]	[3 130]	[3 130]
	140 – 160	<i>Hipertensi Stage I</i>	[140 150 160]	[140 150 160]	[3 150]	[3 150]
	>160	<i>Hipertensi Stage II</i>	[160 200 200]	[160 200 200]	[12 200]	[12 200]
Kolestrol	< 200	Normal	[100 100 200]	[100 100 200]	[35 100]	[35 100]
	200 – 239	Agak tinggi	[200 220 239]	[200 220 239]	[7 220]	[7 220]
	> 239	tinggi	[239 300 300]	[239 600 600]	[20 300]	[120 600]
Gula Darah	< 100	Normal	[50 50 100]	[50 50 100]	[16 50]	[16 50]
	100 – 126	Prediabetes	[100 113 126]	[100 113 126]	[5 113]	[5 113]
	> 126	Diabetes	[126 150 150]	[126 275 275]	[7 150]	[50 275]

Setelah penentuan domain dan fungsi keanggotaan, selanjutnya yaitu membentuk *rule*. Pada penelitian kali ini juga menggunakan dua jumlah *rule* yang berbeda. *Rule* pertama menggunakan 288 diperoleh berdasarkan kombinasi setiap himpunan variabel input dan output, sedangkan *rule* kedua menggunakan 91 berdasarkan dari data yang digunakan. Pada tabel 3.3 ditunjukkan hasil error yang diperoleh dengan beberapa kali percobaan.

Tabel 3.3 Perbandingan dua domain dengan dua rule

Domain	Rule	Error
Part I: Domain <i>mf</i> Segitiga [a b c]	288	-4,36
	91	-10,76
Part II: Domain <i>mf</i> Segitiga [a b c]	288	-4,72
	91	-15,25
Part I: Domain <i>mf</i> Gauss [σ c]	288	-4,83
	91	-14,50
Part II: Domain <i>mf</i> Gauss [σ c]	288	-4,78
	91	-17,85

Pada tabel 3.3 menunjukkan hasil error yang paling kecil ditunjukkan pada percobaan pertama dengan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga dan 288 *rule*.

D. PENUTUP

Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa fungsi keanggotaan segitiga dengan batasan domain yang lebih sempit dibandingkan dengan batasan domain yang lebih luas, nilai error ditunjukkan lebih baik menggunakan batasan domain yang lebih sempit, sedangkan fungsi keanggotaan Gauss ditunjukkan nilai error lebih kecil dengan batas domain yang lebih luas. Pada percobaan 288 *rule* dibandingkan 91 *rule*, hasil error menunjukkan lebih baik menggunakan

288 rule. Sebagai saran untuk penelitian selanjutnya menggunakan metode, fungsi keanggotaan dan jumlah data yang lebih varian.

DAFTAR PUSTAKA

Dwisaputra, I., Mahmoud, T., Megayanti, M., Budiawan, I., & R, P. H. 2019. Pengaruh Jumlah Input Dan Membership Function Fuzzy Logic Control Pada Robot Keseimbangan Beroda Dua. *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur*, (online), vol.8 no.2:19–24. (<https://doi.org/10.33504/manutech.v8i02.16>, diakses 15 Agustus 2021)

Ismawati, D., Syauqy, D., & Prasetio, B. H. (2017). Perbandingan Jumlah Membership Dan Model Fuzzy Terhadap Perubahan Suhu Pada Inkubator Penetas Telur. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, (online), vol.1 no.6:476–485. (<https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/139>, diakses 15 Oktober 2021) <https://kaggel.com/>, diakses 5 Juni 2021

Santoso, B., Azis, A. I. ., & Zohrahayaty. 2020. *Machine Learning & Reasoning Fuzzy Logic*. Seleman: Deepublish.

Soelistijo, S., Novida, H., Rudijanto, A., Soewondo, P., Suastika, K., Manaf, A., ... Soetedjo, N. 2015. *Konsesus Pengelolaan Dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe2 Di Indonesia 2015*. (online), PERKENI. (<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://pbperkeni.or.id/wp-content/uploads/2019/01/4.Konsensus-Pengelolaan-dan-Pencegahan-Diabetes-melitus-tipe-2-di-Indonesia-PERKENI-2015.pdf&ved=2ahUKEwjy8KOs8cfoAhXCb30KHQB1Ck0QFjADegQIBhAB&usg=AOv>, diakses 8 Agustus 2021)

Suhada, S., & Riana, D. 2016. Perbandingan Defuzzifikasi Centroid Dan Maximum Defuzzifier Pada Metode Fuzzy Inference System Untuk Diagnosis. *Swabumi*, (online), vol.IV no.2:84–96. (ejournal.bsi.ac.id, diakses 27 Agustus 2021)

Susanto, S., Sumargono, & Catur, B. K. 2019. Perbandingan Fungsi Keanggotaan Tipe Segitiga dan Tipe G-Bell Terhadap Analisis

Risiko. *UkaRsT*, (online), vol.3 no.2:57–67. (<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30737/ukarst.v3i2.566>, 3 Agustus 2021)

Suyanto. 2014. *Artificial Intelligent*. Bandung: Informatika.

Ummah, I., & Yannuansa, N. 2021. *Logika Fuzzy = Logika Samar Pada Matlab*. Jombang: LPPM UNHASY.

Wardana, H. K., Ummah, I., & Fitriyah, L. A. 2019. Analisis Membership Functions PI, Segitiga dan Trapesium (Studi Kasus: Rekam Medis Pasien RSUD Jombang). *Prosiding Seminar Nasional SAINSTEKNOPAK Ke-3 LPPM UNHASY TEBUIRENG JOMBANG 2019 ANALISIS*, (online), vol.3:251–263. (<https://doi.org/10.24036/ib.v1i1.12>, diakses 15 Agustus 2021)