

## OPTIMASI PENENTUAN NILAI PARAMETER HIMPUNAN FUZZY DENGAN TEKNIK TUNING SYSTEM

Muhammad Yunus

Teknik Informatika, STMIK Bumigora Mataram  
e-mail : [muhammad.yunus@stmikbumigora.ac.id](mailto:muhammad.yunus@stmikbumigora.ac.id), Telp. 081907755024

### Abstrak

Dalam membangun suatu sistem atau aplikasi berbasis *fuzzy*, tentunya langkah pertama yang mesti dilakukan adalah merancang pembentukan variabel dan himpunan *fuzzy*. Namun didalam implementasinya, kebanyakan peneliti pada saat pembentukan proses ini tidak melakukan atau melewati langkah yang sangat penting yaitu proses *tuning* pada penentuan nilai parameter himpunan *fuzzy*-nya. Misalnya saat menentukan nilai parameter dengan mengambil nilai sembarang tanpa dilakukan evaluasi untuk optimasi. Sehingga solusi yang harus dilakukan adalah dengan melakukan proses *tuning system* secara berulang-ulang pada saat pembentukan parameter himpunan *fuzzy* sampai menemukan nilai yang terbaik. Hasil terbaik diambil berdasarkan semakin seringnya nilai output *fuzzy* berubah ketika proses perubahan nilai input dilakukan. Dalam penelitian ini, proses *tuning system fuzzy* diterapkan pada contoh kasus Sistem Fuzzy Diagnosa Penyakit Telinga, Hidung dan Tenggorokan (THT). Dalam proses pembentukan variabel dan himpunan *fuzzy*-nya menggunakan enam model alternatif dengan nilai parameter yang diambil secara random. Hasil *tuning system* menunjukkan bahwa model 3 (tiga) dengan parameter nilai himpunan Rendah (0 0 20 50), Sedang (20 50 80) dan Tinggi (50 80 100 100) memiliki tingkat akurasi output lebih tinggi dari ke 5 model lainnya dari data uji coba sebanyak 60 sample. Sehingga model ini direkomendasikan untuk digunakan sebagai nilai parameter himpunan fuzzy pada kasus *Fuzzy* THT.

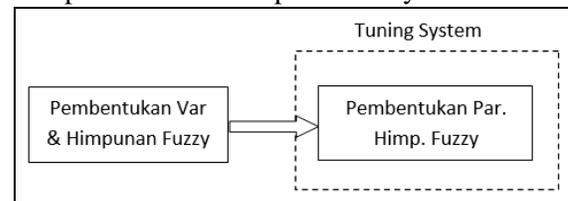
**Kata Kunci :** *tuning system, fuzzy, THT*

### I. PENDAHULUAN

Dalam membangun suatu sistem atau aplikasi berbasis *fuzzy*, tentunya langkah pertama yang mesti dilakukan adalah merancang pembentukan variabel dan himpunan *fuzzy*. Namun didalam implementasinya, kebanyakan peneliti pada saat pembentukan proses ini tidak melakukan atau melewati langkah yang sangat penting yaitu proses *tuning system* pada penentuan nilai parameter himpunan *fuzzy*-nya.

Umumnya ketika variabel dan himpunan fuzzy telah ditetapkan, maka dilanjutkan dengan penentuan nilai parameter untuk setiap himpunan fuzzy-nya. Dan kebanyakan yang terjadi adalah pada saat penentuan parameter hanya menggunakan sembarang nilai tanpa melalui proses *tuning*. Atau bahkan ada yang langsung mengambil dari referensi lain untuk digunakan pada kasusnya. Padahal itu

belum tentu cocok dengan kasus yang diambil. Berikut ini gambaran umum tahapan *tuning* pada saat pembentukan himpunan fuzzy :



Gambar 1. *Tuning System* pada Himpunan *Fuzzy*

Ketika pembentukan nilai parameter himpunan fuzzy dilakukan secara acak dan tidak dicoba berulang kali maka bisa menyebabkan output yang dihasilkan memiliki akurasi yang kurang bagus. Ini juga bisa menyebabkan nilai output yang dihasilkan jarang mengalami perubahan ketika melakukan inputan nilai crisp yang berbeda. Sedangkan pada sistem fuzzy, semakin sering terjadi perubahan pada

nilai output ketika terjadi pergeseran nilai input maka sistem tersebut semakin bagus [1].

Sebagai contoh, metode tuning system akan diterapkan pada kasus Sistem Pakar Fuzzy Diagnosa Penyakit Telinga, Hidung dan Tenggorokan (THT) [2]. Dimana dalam proses pembentukan nilai parameter himpunan fuzzy masing-masing variabel melalui proses tuning system. Dimana hasil yang paling bagus diambil berdasarkan semakin seringnya nilai output fuzzy berubah ketika proses perubahan nilai input dilakukan.

Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Sebagai contoh :

- Manajer pergudangan mengatakan pada manajer produksi seberapa banyak persediaan barang pada akhir minggu ini, kemudian manajer produksi akan menetapkan jumlah barang yang harus diproduksi esok hari.
- Pelayan restoran memberikan pelayanan terhadap tamu, kemudian tamu akan memberikan tip yang sesuai atas baik tidaknya pelayanan yang diberikan.
- Anda mengatakan pada saya seberapa sejuk ruangan yang anda inginkan, saya akan mengatur putaran kipas yang ada pada ruangan ini.
- Penumpang taksi berkata pada sopir seberapa cepat laju kendaraan yang diinginkan, sopir taksi akan mengatur pijakan gas taksinya.

Sedangkan, ada beberapa alasan mengapa perlu menggunakan logika *fuzzy* dalam menyelesaikan suatu permasalahan, antara lain :

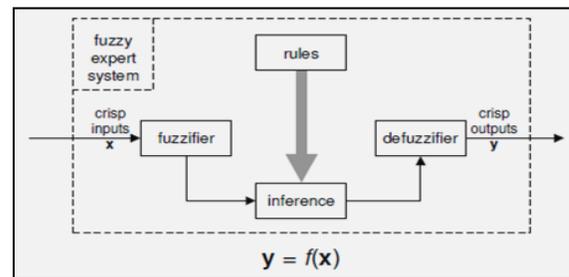
- Konsep logika fuzzy mudah dimengerti karena menggunakan konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana.
- Logika fuzzy sangat fleksibel
- Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat
- Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks
- Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman

para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan

- Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional
- Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami

Dari penjelasan diatas dapat dapat disimpulkan bahwa ketika terdapat suatu permasalahan yang bersifat dinamis dan belum pasti (samar-samar) maka solusi yang tepat untuk menyelesaikannya adalah menggunakan logika fuzzy [3].

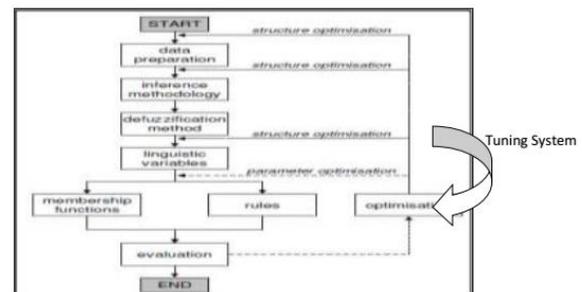
Adapun arsitektur sistem fuzzy secara umum dapat dilihat seperti pada gambar dibawah ini :[4]



Gambar 2. Arsitektur Sistem Fuzzy

Input berupa bilangan tegas yang kemudian mengalami *fuzzifikasi*. Hasil fuzzifikasi akan dicocokkan pada rules base fuzzy yang telah dibuat. Hasil dari inferensi fuzzy selanjutnya akan dikeluarkan berupa bilangan tegas juga setelah mengalami proses defuzzifikasi.

Sedangkan dalam membangun sebuah sistem *fuzzy*, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil yang optimal sebagai berikut :



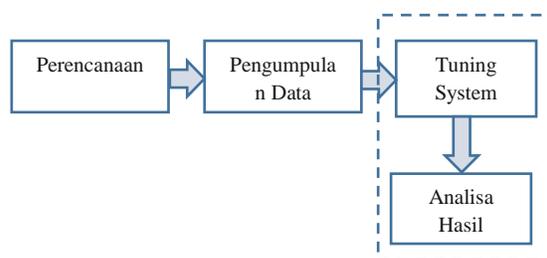
Gambar 3. Tahapan Sistem Fuzzy

Dari gambar 3 diatas dapat diketahui bahwa tahapan sistem fuzzy dimulai dari penyiapan data sampai dengan evaluasi fungsi keanggotaan dari variabel dan himpunan fuzzy. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal maka harus dilakukan proses **OPTIMISATION** (tanda panah) berupa **TUNING SYSTEM** terhadap nilai-nilai parameter yang telah ditetapkan.

Berdasarkan penjelasan diatas, secara umum desain sistem fuzzy dibagi menjadi 3 bagian utama yaitu Fuzzifikasi, Evaluasi Aturan dan Agregasi serta tahap Defuzzifikasi [5]. Dimana proses *Tuning System* dilakukan pada saat pembentukan variabel dan himpunan fuzzy (sebelum tahap fuzzifikasi).

## II. METODOLOGI

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut :



Gambar 4. Metode Penelitian

Dari gambar 4 diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

### 1. Perencanaan

Tahapan ini bertujuan untuk mempersiapkan langkah-langkah awal yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian, mulai dari identifikasi masalah sampai penerapan metode *tuning system* pada studi kasus yang telah ditetapkan. Pada penelitian ini menggunakan kasus Sistem Fuzzy Diagnosa Penyakit THT. Dimana sample penyakit dan gejala yang diambil masing-masing lima berupa variabel dan himpunan fuzzy.

### 2. Pengumpulan Data

Berfungsi untuk mengumpulkan data atau informasi terkait variabel dan himpunan fuzzy yang

digunakan pada pilihan studi kasus. Pada penelitian ini data-data yang digunakan berasal dari penelitian sebelumnya berupa data gejala dan penyakit THT yang dimuat dalam variabel dan himpunan fuzzy-nya.

Dari hasil pengumpulan data didapatkan bahwa masing-masing variabel baik input maupun output terdiri dari tiga buah himpunan fuzzy yaitu Ringan, Sedang dan Berat. Dimana himpunan Ringan dan Berat direpresentasikan oleh Kurva Bahu (menggunakan 4 parameter) dan Kurva Segitiga (menggunakan 3 parameter). Sedangkan batasan range nilai fuzzy-nya berada pada domain (0-100).

### 3. Tuning System

Berdasarkan variabel dan himpunan *fuzzy* yang telah didapatkan kemudian akan dilakukan proses *tuning system* dengan membentuk 6 (enam) model alternatif parameter himpunan *fuzzy*. Setiap model nantinya akan diujicobakan dengan memberikan nilai inputan sembarang pada setiap himpunan untuk melihat pola output yang dihasilkan.

Pada proses uji *tuning* ini menggunakan tools MATLAB untuk mempercepat dan mendapatkan nilai akurasi output yang lebih tinggi.

### 4. Analisa Hasil

Tahapan ini bertujuan untuk menganalisa dan mengevaluasi hasil dari proses tuning yang dilakukan. Dari 6 model yang diujicobakan akan diambil salah satu model yang paling bagus pergeseran nilai outputnya.

Adapun model yang dipilih kemudian direkomendasikan untuk digunakan adalah model yang memiliki sifat ketika terjadi perubahan nilai inputan maka akan menyebabkan pergeseran nilai output. Walaupun nilai inputan yang hanya mengalami perubahan sedikit tetapi tetap mempengaruhi nilai output. Oleh karena itu semakin banyak model alternatif himpunan fuzzy yang dibuat maka akan semakin bagus.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian dapat diuraikan sebagai berikut :

### 3.1. Desain Variabel dan Himpunan Fuzzy

Pada penjelasan sebelumnya telah disampaikan bahwa pada penelitian ini menggunakan kasus Sistem Pakar Fuzzy untuk Diagnosa Penyakit THT. Pada kasus ini, berikut desain beberapa variabel dan himpunan fuzzy-nya :

Tabel 1. Desain Variabel dan Himp. Fuzzy THT

No	Variabel (Gejala)	Semesta Pembicaraan	Himpunan Fuzzy	Domain (Nilai Parameter)	Kurva
<b>Inputan</b>					
1	Pendengaran Berkurang [DengarKurang]	[0 - 100]	Ringan	[0 0 20 50]	Bahu
			Sedang	[20 50 80]	Segitiga
			Berat	[50 80 100 100]	Bahu
2	Batu [Batuk]	[0 - 100]	Ringan	[0 0 20 50]	Bahu
			Sedang	[20 50 80]	Segitiga
			Berat	[50 80 100 100]	Bahu
3	Sakit Kepala [KepalaPusing]	[0 - 100]	Ringan	[0 0 20 50]	Bahu
			Sedang	[20 50 80]	Segitiga
			Berat	[50 80 100 100]	Bahu
4	Telinga Gatal [TelingaGatal]	[0 - 100]	Ringan	[0 0 20 50]	Bahu
			Sedang	[20 50 80]	Segitiga
			Berat	[50 80 100 100]	Bahu
5	Telinga Nyeri [TelingaNyeri]	[0 - 100]	Ringan	[0 0 20 50]	Bahu
			Sedang	[20 50 80]	Segitiga
			Berat	[50 80 100 100]	Bahu
<b>Output</b>					
1	Cerumen	[0 - 100]	Ringan	[0 0 20 50]	Bahu
			Sedang	[20 50 80]	Segitiga
			Berat	[50 80 100 100]	Bahu
2	Furunkel MAE	[0 - 100]	Ringan	[0 0 20 50]	Bahu
			Sedang	[20 50 80]	Segitiga
			Berat	[50 80 100 100]	Bahu
3	Sinusitis	[0 - 100]	Ringan	[0 0 20 50]	Bahu
			Sedang	[20 50 80]	Segitiga
			Berat	[50 80 100 100]	Bahu
4	Polip	[0 - 100]	Ringan	[0 0 20 50]	Bahu
			Sedang	[20 50 80]	Segitiga
			Berat	[50 80 100 100]	Bahu
5	Tonsilitis	[0 - 100]	Ringan	[0 0 20 50]	Bahu
			Sedang	[20 50 80]	Segitiga
			Berat	[50 80 100 100]	Bahu

Dari contoh pembentukan nilai parameter himpunan fuzzy diatas, terlihat bahwa nilai himpunan Ringan (0 0 20 50), Sedang (20 50 80) dan Berat (50 80 100 100). Dalam proses pembentukannya, dipilih nilai random pada semesta (0-100) dan menyesuaikan dengan jumlah parameter yang dibutuhkan (sesuai representasi kurva yang dipilih).

Namun satu hal yang harus diperhatikan bahwa nilai-nilai parameter diatas dipilih bukan hanya sekedar random (ambil acak) tetapi melalui proses uji coba dengan teknik *Tuning* nilai parameter untuk memastikan nilai-nilai yang diambil dapat mempengaruhi tingkat akurasi output yang dihasilkan.

### 3.2. Tuning System Fuzzy

Seperti yang telah disampaikan diatas bahwa *Tuning System* dalam proses desain variabel dan himpunan fuzzy sangat dibutuhkan untuk memastikan tingkat akurasi nilai output yang dihasilkan. Secara umum tahapan dalam proses tuning sebagai berikut : [1]

- Melakukan review terhadap model variabel input dan output, dan jika diperlukan melakukan pendefinisian ulang untuk range batasan nilai himpunan fuzzy
- Mereview kembali himpunan-himpunan fuzzy yang telah dibuat, dan jika diperlukan bisa membuat himpunan fuzzy alternatif sebagai pembanding dengan himpunan fuzzy sebelumnya
- Memberikan nilai irisan antar himpunan fuzzy yang cukup pada saat penentuan range nilai, ini bisa diperjelas juga saat representasi dengan kurva. Walaupun pada proses ini tidak ada metode yang tepat untuk memberikan batasan optimal nilai irisan. Untuk kurva segitiga ke segitiga dan trapesium ke segitiga disarankan menggunakan batasan nilai antara 25-50 persen dari basisnya.
- Meninjau kembali aturan fuzzy yang ada dan jika diperlukan menambah lagi aturan yang baru ke dalam basis aturan
- Memeriksa kembali aturan dasar dalam membuat rule

Proses tuning sistem biasanya membutuhkan usaha dan waktu yang paling lama karena pada tahapan ini akan dilakukan pengecekan dan uji coba secara berulang kali untuk menentukan nilai parameter himpunan fuzzy yang paling bagus. Bagus artinya nilai yang akan diambil adalah nilai parameter inputan yang ketika mengalami pergeseran (perubahan) nilai menyebabkan nilai output juga berubah. Sehingga dalam hal ini perlu dibuat beberapa model himpunan fuzzy beserta

nilai parameternya untuk kemudian dilakukan proses tuning.

Berdasarkan poin (b) diatas, dalam penelitian ini akan melakukan proses tuning untuk 6 model himpunan fuzzy dengan berbagai nilai parameter seperti berikut ini :

Tabel 2. Model 1 Himpunan Fuzzy THT

Variabel Input	Himpunan Fuzzy		
	Ringan [bahu]	Sedang [Segitiga]	Berat [bahu]
DengarKurang	(0 0 20 40)	(20 50 80)	(60 80 100 100)
TelingaNyeri	(0 0 20 40)	(20 50 80)	(60 80 100 100)
TelSakitDisentuh	(0 0 20 40)	(20 50 80)	(60 80 100 100)
Variabel Output	Ringan [bahu]	Sedang [Segitiga]	Berat [bahu]
FMAE	(0 0 20 40)	(20 50 80)	(60 80 100 100)

Berikutnya adalah desain tabel model 2 yang rentang nilai parameternya berbeda dengan tabel 2 diatas. Akan tetapi pemetaan semua range nilai parameter himpunan fuzzy pada semua variabel input dan output menggunakan bentuk kurva yang sama yaitu kurva bahu untuk himpunan ringan dan berat sedangkan himpunan sedang menggunakan bentuk kurva segitiga.

Tabel 3. Model 2 Himpunan Fuzzy THT

Variabel Input	Himpunan Fuzzy		
	Ringan [bahu]	Sedang [Segitiga]	Berat [bahu]
DengarKurang	(0 0 20 50)	(30 50 70)	(50 80 100 100)
TelingaNyeri	(0 0 20 50)	(30 50 70)	(50 80 100 100)
TelSakitDisentuh	(0 0 20 50)	(30 50 70)	(50 80 100 100)
Variabel Output	Ringan [bahu]	Sedang [Segitiga]	Berat [bahu]
FMAE	(0 0 20 50)	(30 50 70)	(50 80 100 100)

Pada tabel 3 diatas terlihat bahwa semua variabel input dan output menggunakan nilai parameter yang sama yaitu himpunan fuzzy ringan (0 0 20 50), sedang (30 50 70) dan berat (50 80 100 100). Selain tabel 2 dan tabel 3, berikut juga akan diberikan desain model 3 nilai parameter himpunan fuzzy yang nilainya dikombinasi dengan kedua tabel diatas.

Tabel 4. Model 3 Himpunan Fuzzy THT

Variabel Input	Himpunan Fuzzy		
	Ringan [bahu]	Sedang [Segitiga]	Berat [bahu]
DengarKurang	(0 0 20 50)	(20 50 80)	(50 80 100 100)
TelingaNyeri	(0 0 20 50)	(20 50 80)	(50 80 100 100)
TelSakitDisentuh	(0 0 20 50)	(20 50 80)	(50 80 100 100)
Variabel Output	Ringan [bahu]	Sedang [Segitiga]	Berat [bahu]
FMAE	(0 0 20 50)	(20 50 80)	(50 80 100 100)

Pada tabel 4 diatas, seluruh nilai parameter himpunan fuzzy ringan dan berat pada variabel input dan output mencoba menggunakan nilai yang sama pada parameter input dan output himpunan fuzzy ringan dan berat pada tabel 3 yaitu (0 0 20 50) dan (50 80 100 100). Sedangkan nilai parameter himpunan fuzzy sedang pada variabel input dan output menggunakan nilai yang sama dengan himpunan fuzzy sedang pada tabel 2 yaitu (20 50 80).

Hal ini bertujuan untuk melihat sejauh mana pergeseran atau perubahan nilai yang terjadi pada output ketika parameter input dan outputnya mengalami perubahan. Desain model pemetaan nilai parameter fuzzy selanjutnya terlihat pada tabel 5 dibawah ini. Pada tabel ini terdapat perbedaan nilai parameter input dan output fuzzy dari tabel-tabel sebelumnya.

Pada himpunan ringan dipilih nilai (0 0 10 30), sedang (25 50 75) dan berat (70 90 100 100). Pergeseran nilai parameter ini juga bertujuan untuk mengetahui perbedaan hasil dan tingkat ketelitian dari masing-masing model.

Berikut ini adalah desain model 4 pemetaan nilai parameter himpunan fuzzy pada seluruh variabel input dan output :

Tabel 5. Model 4 Himpunan Fuzzy THT

Variabel Input	Himpunan Fuzzy		
	Ringan [bahu]	Sedang [Segitiga]	Berat [bahu]
DengarKurang	(0 0 10 30)	(25 50 75)	(70 90 100 100)
TelingaNyeri	(0 0 10 30)	(25 50 75)	(70 90 100 100)
TelSakitDisentuh	(0 0 10 30)	(25 50 75)	(70 90 100 100)
Variabel Output	Ringan [bahu]	Sedang [Segitiga]	Berat [bahu]
FMAE	(0 0 10 30)	(25 50 75)	(70 90 100 100)

Kemudian langkah yang sama dilakukan untuk mengetahui hasil dari rancangan tabel diatas yaitu dengan memasukkan suatu nilai input ke dalam *view rules* (MATLAB). Proses uji coba dengan mengambil sample 60 data dengan inputan nilai yang berbeda-beda.

Desain model pemetaan nilai parameter himpunan fuzzy yang berbeda dengan tabel lain diatas juga terlihat pada tabel 6 dibawah. Pada tabel ini seluruh himpunan fuzzy ringan pada variabel input dan output menggunakan nilai (0 0 25 50), sedang (40 50 60) dan berat (50 75 100 100).

Nilai-nilai ini juga diambil secara sembarang untuk membandingkan hasil output sistem dengan model pemetaan nilai parameter yang lain pada tabel-tabel sebelumnya.

Tabel 6. Model 5 Himpunan Fuzzy THT

Variabel Input	Himpunan Fuzzy		
	Ringan [bahu]	Sedang [Segitiga]	Berat [bahu]
Dengarkurang	(0 0 25 50)	(40 50 60)	(50 75 100 100)
TelingaNyeri	(0 0 25 50)	(40 50 60)	(50 75 100 100)
TelSakitdisentuh	(0 0 25 50)	(40 50 60)	(50 75 100 100)
Variabel Output	Ringan [bahu]	Sedang [Segitiga]	Berat [bahu]
FMAE	(0 0 25 50)	(40 50 60)	(50 75 100 100)

Langkah berikutnya adalah dengan melakukan uji coba untuk mengetahui output dan perbandingannya dengan output model perancangannya yang lain. Nilai-nilai inputan yang dimasukkan sama dengan yang lain sebanyak 60 buah data.

Adapun desain model pemetaan nilai parameter fuzzy yang terakhir yang dilakukan tuning oleh penulis adalah dengan memberikan nilai parameter yang berbeda terhadap setiap himpunan fuzzy pada variabel input dan output. Berikut ini adalah rancangan model untuk kondisi ini :

Tabel 7. Model 6 Himpunan Fuzzy THT

Variabel Input	Himpunan Fuzzy		
	Ringan [bahu]	Sedang [Segitiga]	Berat [bahu]
Dengarkurang	(0 0 10 30)	(10 35 55)	(50 75 100 100)
TelingaNyeri	(0 0 10 30)	(10 35 55)	(50 75 100 100)
TelSakitdisentuh	(0 0 10 30)	(10 35 55)	(50 75 100 100)
Variabel Output	Ringan [bahu]	Sedang [Segitiga]	Berat [bahu]
FMAE	(0 0 10 30)	(10 35 55)	(50 75 100 100)

Terlihat bahwa khusus tabel 7 diatas seluruh himpunan fuzzy setiap variabel dipilih nilai yang berbeda. Tidak seperti pada tabel-tabel sebelumnya. Nilai-nilai tersebut juga diambil sembarang pada himpunan semesta (0 100) dan bertujuan untuk membandingkan setiap nilai output dengan nilai output model lainnya. Pada model ini, himpunan fuzzy ringan pada variabel dengarkurang menggunakan nilai (0 0 10 30), sedang (10 35 55) dan berat (50 75 100 100). Untuk variabel telinganyeri, himpunan fuzzy ringan menggunakan nilai (0 0 20 40), sedang (30 45 60) dan berat (55 65 100 100). Sedangkan pada variabel telsakitdisentuh, nilai himpunan fuzzy ringan menggunakan nilai (0 0 20 35), sedang (25 50 75) dan berat (55 80 100

100). Setelah itu dilakukan proses uji coba untuk menentukan nilai output dengan input yang berbeda-beda sebanyak 60 data sample seperti terlihat pada tabel 4.8 dbawah.

Berikut ini adalah data rekapitulasi hasil proses tuning input untuk menentukan nilai output himpunan fuzzy :

Tabel 8. Hasil Tuning Parameter Fuzzy

No	Input	Output [z]					
		Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6
1.	[0 0 0]	0	0	0	0	0	0
2.	[0 45 70]	50	42	45.1	50	38.6	55
3.	[0 65 35]	41.9	28.3	36.1	50	21.2	55
4.	[5 5 5]	0	0	0	0	0	0
5.	[10 10 10]	0	0	0	0	0	0
6.	[20 20 20]	0	0	0	0	0	25.2
7.	[21 20 20]	11.6	0	15.7	0	0	25.1
8.	[20 25 20]	17.3	0	21.7	0	0	25.2
9.	[20 20 30]	17.9	0	21.9	13.8	0	32.6
10.	[25 35 45]	41.9	28.3	36.1	50	21.2	38.2
11.	[30 30 30]	37.1	0	36.8	50	0	32.6
12.	[35 30 30]	36.7	16.3	36.4	50	0	32.6
13.	[30 35 40]	41.9	28.3	36.1	50	22.6	55
14.	[35 45 93]	50	40.9	44.3	50	38.2	55
15.	[40 40 40]	50	35.6	40.9	50	30.9	55
16.	[40 41 45]	50	36.5	41.7	50	31.5	55
17.	[44 55 77]	50	50	50	50	50	55
18.	[45 40 41]	50	36.5	41.7	50	31.5	55
19.	[45 70 85]	50	50	50	50	50	55
20.	[45 75 95]	50	50	50	50	50	55
21.	[50 50 50]	50	50	50	50	50	55
22.	[51 55 60]	50	52.3	51	50	54.2	55
23.	[54 76 67]	50	57.2	54.3	50	59.8	68.6
24.	[55 50 65]	50	50	50	50	50	68.6
25.	[55 66 77]	50	58.8	55.5	50	61.6	86
26.	[60 30 35]	41.9	28.3	36.1	50	22.3	55
27.	[60 60 60]	50	64.4	59.1	50	70.2	64.5
28.	[60 60 90]	50	64.4	59.1	50	70.2	86.7
29.	[62 65 60]	50	65.7	60.3	50	70.2	63.7
30.	[65 65 65]	58.1	71.7	63.9	50	78.8	69.6
31.	[65 60 60]	50	64.4	60.3s	50	70.2	63.5
32.	[65 67 70]	58.8	71.7	63.9	50	78.8	77.2
33.	[65 75 80]	58.1	71.7	63.9	50	78.8	87.4
34.	[70 70 70]	66.5	79.8	69.1	50	79.8	77.2
35.	[70 72 75]	66.5	79.8	69.1	50	79.8	88
36.	[70 45 55]	50	50	50	50	50	55
37.	[70 80 75]	66.5	79.5	69.1	50	79.8	88
38.	[70 35 75]	50	50	50	50	50	55
39.	[75 80 75]	75	80.8	74.5	86.5	80.8	88
40.	[75 85 90]	75	80.8	74.9	86.5	80.8	88.6
41.	[75 90 75]	75	80.8	74.9	86.5	80.8	88
42.	[77 88 99]	78.7	81.2	77.5	86.9	80.8	88.6
43.	[80 80 80]	84.7	81.7	81.7	87.6	80.8	88.6
44.	[80 85 80]	84.7	81.7	81.7	87.6	80.8	88.6
45.	[80 85 76]	76.8	81	76.2	86.7	80.8	88.1
46.	[80 87 84]	84.7	81.7	81.7	87.6	80.8	88.6
47.	[82 78 81]	80.6	81.4	78.8	87.2	80.8	88.6
48.	[85 90 90]	84.7	81.7	81.7	88.6	80.8	88.6
49.	[85 89 78]	80.6	81.4	78.8	87.2	80.8	88.4
50.	[85 69 79]	64.8	78.2	68	50	79.6	88.5
51.	[85 0 90]	50	50	50	50	50	55
52.	[85 85 85]	84.7	81.7	81.7	88.6	80.8	88.6
53.	[87 77 88]	78.7	81.2	77.5	86.9	80.8	88.6
54.	[90 90 90]	84.7	81.7	81.7	89.4	80.8	88.6
55.	[90 100 85]	84.7	81.7	81.7	88.6	80.8	88.6
56.	[90 85 89]	84.7	81.7	81.7	88.6	80.8	88.6
57.	[90 25 35]	41.9	28.3	36.1	50	21.2	55
58.	[90 0 0]	15.3	18.3	18.3	10.6	19.2	22.6
59.	[92 95 95]	84.7	81.7	81.7	89.4	80.8	88.6
60.	[95 85 35]	50	50	50	50	50	55

Tabel 8 diatas menjelaskan bahwa input fuzzy untuk mendapatkan output setiap model sebanyak 3 variabel. Misalnya data input seperti baris ke 2 yang berisi 3 parameter nilai (0 45 70) ketika dilakukan uji coba untuk setiap model akan menghasilkan nilai output (50) untuk model 1, nilai (42) untuk model 2, nilai (45,1) untuk model 3, nilai (50) untuk model 4, nilai (38,6) untuk model 5 dan nilai (55) untuk model 6. Begitupun juga untuk data-data selanjutnya.

Data-data yang diinputkan pada tabel diatas diambil sembarang untuk keperluan uji coba. Dimana hasil output setiap model akan dibandingkan untuk menemukan pola yang paling baik untuk digunakan sebagai variabel himpunan fuzzy pada kasus yang diambil.

### 3.3. Hasil dan Analisa

Dari hasil tuning pada tabel diatas terlihat bahwa output paling sering berubah atau bergeser nilainya ketika input berubah adalah pada model 3. Dimana, perubahan kecil yang terjadi pada nilai inputan sangat mempengaruhi nilai pada outputnya. Berbeda dengan nilai pada model-model yang lain, ketika nilai inputan berubah tidak terlalu mempengaruhi nilai pada output.

Contoh pada model 1, 4 dan model 6 dibandingkan dengan model 3. Pada baris ke 14-16 dan 17 ketika nilai parameter input berubah maka nilai output yang dihasilkan pada model 1,4 dan 6 sama dan tidak terjadi perubahan yaitu 50 padahal nilai inputan terjadi pergeseran. Sedangkan pada model 3 menghasilkan nilai output yang berbeda.

Begitu juga dengan model 2 dan 3, misalnya pada baris ke 7-9 dengan nilai input (21 20 20), (20 25 20) dan (20 20 30). Pada model 2 semua output bernilai (0) sedangkan model 3 output bernilai (15,7), (21,7) dan (21,9). Padahal nilai inputnya sama.

Adapun model 3 dan model 5 ketika dibandingkan hasil outputnya juga terjadi perbedaan yang sangat signifikan. Model 3 menunjukkan setiap ada perubahan input sering membuat nilai output bergeser, sedangkan pada model 5 sebaliknya. Salah satu contohnya terlihat pada baris 39-49.

Sehingga dari hasil *tuning* beberapa model batasan nilai parameter fuzzy diatas dipilih model 3 untuk batasan range input dan output fuzzy untuk seluruh variabel input dan output. Selanjutnya untuk proses lebih lanjut dari sistem fuzzy ini menggunakan model alternatif nomor 3 baik untuk variabel inputan maupun keluarannya.

## IV. SIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan dan saran yang bisa diberikan dari hasil penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

### 4.1. Kesimpulan

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

- Tuning parameter himpunan fuzzy sangat penting dilakukan pada saat pembentukan variabel dan himpunan fuzzy untuk mendapatkan nilai parameter yang memiliki akurasi lebih tinggi
- Proses tuning bisa dilakukan sendiri dengan membuat beberapa alternatif model himpunan fuzzy kemudian menentukan model yang terbaik dengan syarat mengambil model yang nilai inputnya sangat sensitif terhadap nilai output. Artinya adanya perubahan nilai input walaupun sedikit tetap menyebabkan pergeseran nilai output
- Pada penelitian ini dibuat 6 jenis model alternatif himpunan fuzzy THT dan hasil uji coba menunjukkan bahwa model 3 dengan nilai parameter himpunan Ringan (0 0 20 50) Sedang (20 50 80) dan Tinggi (50 80 100 100) memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi daripada model-model lainnya. Dimana untuk uji coba menggunakan 60 sample data.
- Proses pengujian hasil *tuning system* ini menggunakan tools MATLAB (kompomem *view rules fuzzy*)

### 4.2. Saran

Sedangkan saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah :

- Sebaiknya dalam proses tuning sistem parameter himpunan fuzzy menggunakan

- model alternatif diatas 50% untuk mendapatkan hasil yang lebih baik
- b) Sebaiknya data sample yang digunakan dalam proses uji coba lebih dari 60% untuk mendapatkan nilai output yang lebih variasi
  - c) Jika diterapkan pada kasus yang berbeda sebaiknya melakukan proses tuning system lagi dengan beberapa model alternatif yang dibuat beserta dengan nilai parameter yang berbeda. Sehingga didapatkan pola baru yang lebih variatif dari penelitian ini

#### V. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ketua STMIK Bumigora Mataram yang selalu memberikan motivasi dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini
2. Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STMIK Bumigora Mataram yang selalu mendukung dalam kegiatan publikasi

3. Teman-teman dosen STMIK Bumigora yang telah memberikan sumbangsih pemikiran pada kegiatan penelitian ini

#### REFERENSI

- [1] M. Negnevitsky, "Fuzzy expert systems," *Artif. Intell. A Guid. to Intell. Syst.*, pp. 87–129, 2011.
- [2] Muhammad Yunus, "PENERAPAN FUZZY EXPERT SYSTEM UNTUK DIAGNOSA PENYAKIT TELINGA, HIDUNG DAN TENGGOROKAN (THT)," *Matrik J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 15, no. 1, pp. 51–53, 2015.
- [3] A. Adeli and M. Neshat, "A Fuzzy Expert System for Heart Disease Diagnosis," *Proc. Int. MultiConference Engineers Comput. Sci.*, vol. I, pp. 1–6, 2010.
- [4] Jonathan M. Garibaldi, "Fuzzy expert systems," pp. 1–27, 1991.
- [5] S. Das and P. K. Ghosh, "Hypertension Diagnosis : A Comparative Study using Fuzzy Expert System and Neuro Fuzzy System," *IEEE Int. Conf. Fuzzy Syst.*, no. 2005, pp. 1–7, 2013.