

PERANCANGAN SISTEM INFORMASI ANALISIS MEDIK MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY SUGENO BERBASIS DATA REKAM MEDIK PADA PENYAKIT HIPERTENSI

Nadhira Trisa Pradipta¹⁾, Fauziah²⁾, Ucuk Darussalam³⁾

¹ Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Nasional
email: nadhira.pradipta@gmail.com

² Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Nasional
email: fauziah@civitas.unas.ac.id

³ Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Nasional
email: ucuk.darussalam@gmail.com

Abstact

Number of patients with hypertension have increased from year to year. This is due to an unhealthy lifestyle, excessive stress and so forth. Patients with hypertension are often unaware of the dangers that can be caused by disease. The medical diagnosis of hypertension is made when obtained blood pressure is obtained more than 140/90 mmHg. In this study, created a system of enforcement of hypertension using sugeno fuzzy logic. This application uses the parameters of age, body mass index, blood pressure (systole and diastole), family history (genetics), diabetes mellitus. From testing the fuzzy logic that has been done, can be obtained on the calculation of 60 patients who did not suffer from hypertension (normal) as much 3 people, who suffer from prehypertension as much 17 people, who suffer from hypertension grade 1 as much 25 people and who suffer from hypertension degrees 2 as much 15 people. With an average accuracy test rate 99.999989% for patients who did not suffer from hypertension, 99.999985% for patients who suffer from prehypertension, 100% who suffer from hypertension grade 1 and 99.999946% who suffer from hypertension degrees 2. With an average the level of error 0.00333% for patients who did not suffer from hypertension, 0.00471% for patients who suffer from prehypertension, 0% who suffer from hypertension grade 1 and 0.00733% who suffer from hypertension degrees 2. From the application made can provide clear, accurate information about hypertension disease.

Keywords: blood pressure, fuzzy logic, hypertension, medical diagnosis

1. PENDAHULUAN

Sistem informasi rekam medik merupakan perangkat lunak yang biasa digunakan untuk merekam riwayat kesehatan pasien dalam bentuk basis data (database). Basis data merupakan kumpulan dari data yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya, tersimpan di perangkat keras komputer dan digunakan perangkat lunak untuk memanipulasinya. Data perlu disimpan di dalam basis data untuk keperluan penyediaan informasi lebih lanjut. Data didalam basis data perlu diorganisasikan sedemikian rupa supaya informasi yang dihasilkan berkualitas. Pada sistem informasi rekam medik terdapat berbagai aturan yang cukup kompleks tentang data-data pasien dan bagaimana menjamin keamanannya.

Keterangan-keterangan dalam data rekam medik tersebut berdasarkan pemeriksaan, pengobatan, observasi dan wawancara. Keterangan atau informasi yang terdapat dalam

berkas rekam medik tersebut tidak boleh disebarluaskan kepada pihak-pihak yang tidak berwenang, karena berkas rekam medik tersebut merupakan dokumen yang bersifat rahasia menyangkut individu pasien secara langsung. Hal ini semata-mata dilakukan, demi ketenangan pasien dan demi keamanan rumah sakit dari pihak-pihak yang dapat merugikan dari keadaan tersebut. Isi dari dokumen rekam medik terdapat informasi tentang diagnosis akhir pasien yang digunakan dalam proses pengkodean.

Salah satu bentuk kemajuan teknologi komputer adalah sistem pakar (*expert system*) yang merupakan bagian dari kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), Sistem pakar merupakan sebuah sistem yang digunakan untuk membantu pasien dalam memperoleh informasi mengenai suatu penyakit dengan melakukan konsultasi dengan sistem tersebut. Sistem pakar mengadopsi kemampuan seorang pakar dalam hal ini adalah dokter, Dokter

dalam mendiagnosa suatu penyakit yaitu dengan cara melihat gejala-gejala apa saja yang tampak pada pasien tersebut. Kemudian dari gejala-gejala tersebut di analisa menggunakan logika fuzzy (*fuzzy logic*) yang hasilnya menunjukan jenis penyakit yang diderita oleh pasien.

Dikehidupan modern sekarang ini penyakit hipertensi banyak sekali ditemukan. Hal ini berhubungan dengan pertambahan usia, gaya hidup, stres, obesitas, diabetes mellitus, merokok, kurangnya aktivitas fisik, riwayat dalam keluarga dan sebagainya. Banyak orang tidak menyadari bahayanya penyakit darah tinggi. Menurut JNC (*Joint National Committee*), batas normal tekanan darah adalah 120-140 mmHg sistolik dan 80 – 90 mmHg diastolik. Berbagai risiko yang dapat ditimbulkan akibat hipertensi perlu dipahami dengan baik. Dengan mengabaikan faktor risiko yang ditimbulkan akibat hipertensi maka cenderung menderita hipertensi yang lebih berat. Membiarkan hipertensi berarti membiarkan jantung bekerja lebih keras dan membiarkan proses perusakan pembuluh darah berlangsung dengan cepat. Hipertensi meningkatkan risiko penyakit jantung dua kali dan meningkatkan risiko stroke delapan kali dibanding dengan orang yang tidak mengalami hipertensi. Hipertensi juga menyebabkan terjadinya payah jantung, gangguan pada ginjal, dan kebutaan, penelitian juga menunjukkan bahwa hipertensi dapat mengecilkan volume otak, sehingga mengakibatkan penurunan kemampuan fungsi kognitif dan intelektual. Paling parah adalah dalam jangka waktu panjangnya yang berupa kematian mendadak^[1]. Karena banyaknya kasus Hipertensi maka penulis mencoba membuat suatu sistem untuk memudahkan dokter dalam mendiagnosa penyakit Hipertensi.

Berdasarkan permasalahan diatas maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk membuat sebuah aplikasi analisis medik yang akan dibangun dengan metode logika fuzzy sugeno, untuk membantu dokter mendeteksi penyakit hipertensi. Logika fuzzy sugeno dipilih karena kesesuaian dengan data rekam medik yang terdapat pada poliklinik.

Beberapa penelitian mengenai hal ini telah banyak dilakukan baik oleh peneliti dalam dan luar negeri. Penulis telah mengambil dua puluh acuan sebagai dasar pembandingan. Pada jurnal penelitian pertama didapatkan bahwa sistem pakar fuzzy logic dapat mewakili pemikiran

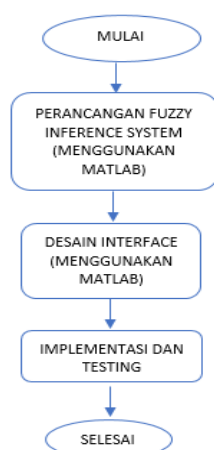
ahli dalam cara yang memuaskan dalam menangani pengobatan yang kompleks^[2]. Pada jurnal penelitian kedua bahwa sistem pakar fuzzy dapat mensimulasikan sebagai perilaku dokter ahli untuk mendiagnosis penyakit^[3]. Pada jurnal penelitian ketiga sistem pakar fuzzy disajikan untuk mendiagnosa hipertensi dengan menginput 7 variabel^[4]. Pada jurnal penelitian keempat bahwa query fuzzy digunakan untuk mencegah pengobatan pada hipertensi yang terintegrasi dengan sistem informasi rumah sakit^[5]. Pada jurnal penelitian kelima menunjukkan bahwa sistem fuzzy neuro yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kapasitas untuk memproduksi akurasi prediksi secara keseluruhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan arsitektur sistem pakar fuzzy tertentu^[6]. Pada jurnal penelitian keenam diterapkan sistem pakar fuzzy dengan 2 input, 1 output dan 3 fungsi keanggotaan^[7]. Pada penelitian ketujuh bahwa aturan merupakan bagian penting dalam sistem pakar fuzzy karena aturan yang baik akan menghasilkan akurasi yang baik tentang penerapan sistem pakar fuzzy^[8]. Pada penelitian kedelapan bahwa pengembangan model fuzzy untuk memprediksi mortalitas jangka pendek dan panjang dari pasien dengan cedera ginjal akut^[9]. Pada jurnal penelitian kesembilan bahwa aturan fuzzy yang digunakan disusun sebagian besar didasarkan pada pengalaman ahli yang mempengaruhi akurasi sistem^[10]. Pada jurnal penelitian kesepuluh merupakan kombinasi dari fuzzy, jaringan saraf dan pendekatan CBR untuk mendeteksi diabetes karena ditemukan bahwa tingkat prediksi ditingkatkan untuk sebagian besar sehingga deteksi dini diabetes mungkin dengan pendekatan ini^[11]. Pada jurnal penelitian kesebelas bahwa sistem pakar neuro fuzzy telah menunjukkan aplikasi praktis dari teknologi informasi dan komunikasi dalam domain medis yang dapat membantu dalam diagnosa malaria^[12]. Pada jurnal penelitian duabelas bahwa sistem neuro fuzzy digunakan untuk mempresentasikan untuk klasifikasi asma dan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK)^[13]. Pada jurnal penelitian ketigabelas bahwa fuzzy logic dapat digunakan dan diterapkan dalam medan kompleks dan tidak pasti seperti pengobatan penyakit, menentukan dosis yang tepat dari obat-obatan dan evaluasi klinik dan laboratorium data^[14]. Pada jurnal penelitian keempatbelas bahwa fuzzy value digunakan sebagai metode baru otomatis untuk

mendeteksi DR dan menghitung dampaknya pada retina^[15]. Pada jurnal penelitian kelimabelas *fuzzy-context-awareness* menghitung koefisien korelasi dan dukungan antara atribut kondisi dan atribut keputusan^[16]. Pada jurnal penelitian keenambelas bahwa penggunaan metode fuzzy sintesis aturan-aturan keputusan, masalah prediksi, diagnosis dan pencegahan berbagai penyakit^[17]. Pada jurnal penelitian ketujuhbelas bahwa neuro-fuzzy system yang digunakan telah mencapai tingkat kesepakatan yang baik dengan pendapat dokter^[18]. Pada jurnal penelitian kedelapanbelas bahwa fuzzy expert system digunakan karena salah satu cara terbaik untuk berurusan dengan ketidakjelasan dan ketidaktepatan disektor perawatan kesehatan^[19]. Pada jurnal penelitian kesembilanbelas bahwa fuzzy logic digunakan untuk menyediakan platform pendukung keputusan yang mampu membantu praktisi medis^[20]. Pada jurnal penelitian keduapuluh bahwa penggunaan logic fuzzy untuk mendiagnosis medis menyediakan cara yang kompeten untuk membantu dokter^[21].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Flowchart Perancangan dan Desain

Alur dari masing-masing tahapan atau proses yang dikerjakan dalam melakukan penelitian dan pengembangan aplikasi sistem analisis medik pada penyakit hipertensi ini digambarkan dalam sebuah flowchart berikut ini:



Gambar 1. Flowchart Pengembangan Aplikasi

Dari flowcart di atas dapat dilihat alur pembuatan aplikasi dimulai dengan membuat desain dari fuzzy sugeno baik itu mendefinisikan variabel, kriteria, serta aturan –

aturan yang digunakan. Kemudian dilanjutkan dengan membuat desain antarmuka yang berupa form untuk menjalankan aplikasi. Dan terakhir pengujian aplikasi dilakukan.

2.2 Hardware dan Software yang digunakan

Pada penelitian ini, penulis hanya menggunakan perangkat sederhana baik dalam perangkat keras maupun perangkat lunak. Untuk perangkat keras, penulis hanya menggunakan sebuah laptop standart, dan aplikasi pengembangan yang digunakan adalah Matlab R2010a.

2.3 Variabel Penelitian dan Himpunan Fungsi Keanggotaan

Ada 4 (empat) variabel atau faktor – faktor yang digunakan untuk melakukan analisis terhadap penyakit hipertensi yaitu Usia, Indeks Masa Tubuh (IMT), Sistole dan Diastole dan fungsi keanggotaannya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Fungsi Keanggotaan Usia

Tingkatan	Nilai
Muda	0-25
Pertengahan	26-55
Lanjut	≥ 56

Pada tabel di atas dapat dilihat variabel usia dengan tiga kriteria, dan nilai (domain) dalam tahun.

Tabel 2. Fungsi Keanggotaan Indeks Masa Tubuh (IMT)

Indeks Masa tubuh	Nilai
Kurus	< 18.5
Normal	18.5-25.0
Obesitas	25.0

Pada tabel di atas dapat dilihat variabel indeks masa tubuh dengan tiga kriteria, dan nilai dalam kg/m^2 .

Tabel 3. Fungsi Keanggotaan Sistole

Sistole	Nilai
Normal	120-140
Agak Tinggi	140-160
Tinggi	160-180

Pada tabel di atas dapat dilihat variabel sistole dengan tiga kriteria, dan nilai dalam mmHg.

Tabel 4. Fungsi Keanggotaan Diastole

Diastole	Nilai
Normal	80-90
Agak Tinggi	90-100
Tinggi	100-110

Pada tabel di atas dapat dilihat variabel diastole dengan tiga kriteria, dan nilai dalam mmHg.

Tabel 5. Fungsi Keanggotaan Hasil Analisa

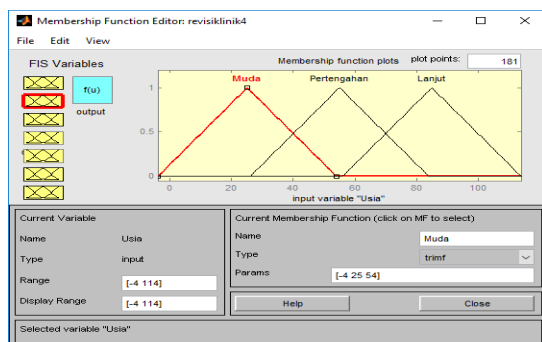
Tekanan Darah	Nilai
Normal	$< 120 / < 80$
Prahipertensi	120-139 / 80-89
Hipertensi Derajat 1	140-159 / 90-99
Hipertensi Derajat 2	$\geq 160 / \geq 100$

Pada tabel di atas dapat dilihat variabel tekanan darah dengan empat kriteria, dan nilai dalam mmHg.^[22]

2.4 Desain Sistem Inferensi Fuzzy dan Tampilan Antarmuka

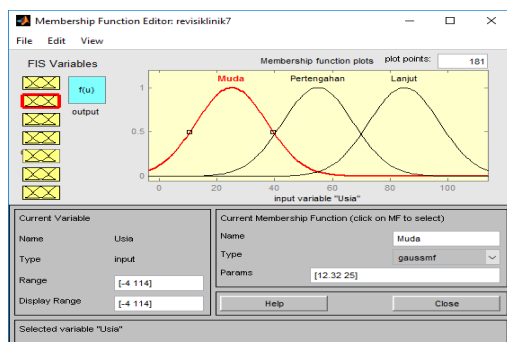
Untuk membangun sistem inferensi sugeno, penulis mendefinisikan skema dari *membership function* di mana tujuh variabel input yakni Gender, usia, indeks masa tubuh(IMT), Genetik, Diabetes Mellitus(DM), Sistol dan Diastole akan direpresentasikan ke dalam kurva yang didalamnya terdapat kriteria-kriteria dengan parameter yang telah ditentukan. Adapun beberapa *membership function* tersebut adalah sebagai berikut :

Membership function usia :



Gambar 2. Membership Function Usia

Pada gambar di atas terlihat kurva yang digunakan adalah trimf yakni kurva linear (digunakan untuk semua variabel). Ada tiga kriteria yakni muda (0-25), pertengahan (26-55), dan lanjut (>56).

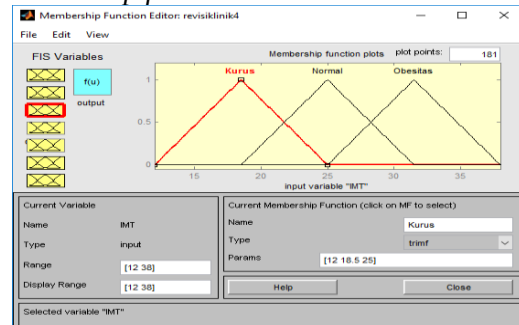


Gambar 3. Membership Function Usia

Pada gambar di atas terlihat kurva yang digunakan adalah gaussmf yakni kurva

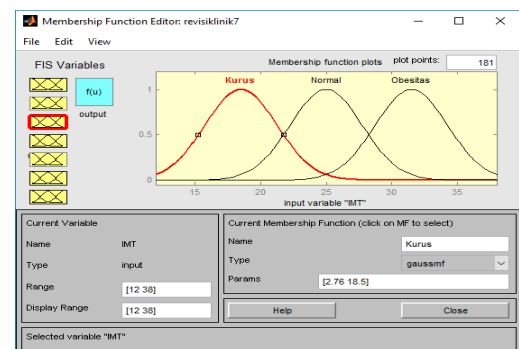
simetris. Ada tiga kriteria yakni muda (0-25), pertengahan (26-55), dan lanjut (>56).

Membership function indeks masa tubuh :



Gambar 3. Membership Function Indeks Masa Tubuh

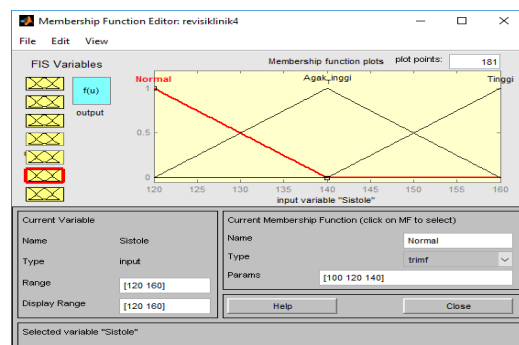
Pada gambar di atas terlihat kurva yang digunakan adalah trimf yakni kurva linear (digunakan untuk semua variabel). Ada tiga kriteria yakni kurang (< 18.5), normal (18.5-25), dan obesitas (>25.0).



Gambar 4. Membership Function Indeks Masa Tubuh

Pada gambar di atas terlihat kurva yang digunakan adalah gaussmf yakni kurva simetris. Ada tiga kriteria yakni kurang (< 18.5), normal (18.5-25), dan obesitas (>25.0).

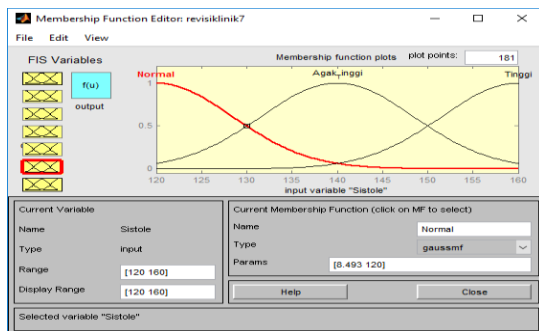
Membership function sistole :



Gambar 5. Membership Function Indeks Sistole

Pada gambar di atas terlihat kurva yang digunakan adalah trimf yakni kurva linear

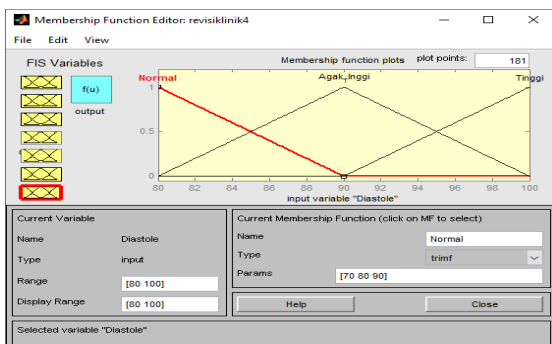
(digunakan untuk semua variabel). Ada tiga kriteria yakni normal (120-140), agak tinggi (140-160), dan tinggi (160-180).



Gambar 6. Membership Function Indeks Sistole

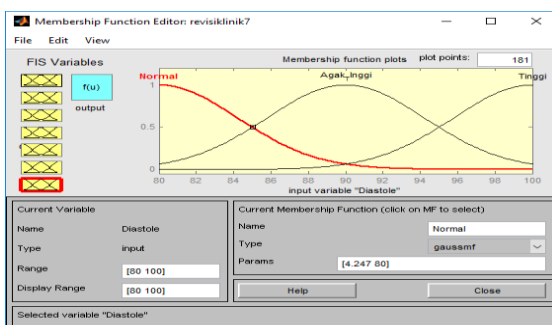
Pada gambar di atas terlihat kurva yang digunakan adalah gaussmf yakni kurva simetris. Ada tiga kriteria yakni normal (120-140), agak tinggi (140-160), dan tinggi (160-180).

Membership function diastole :



Gambar 7. Membership Function Indeks Diastole

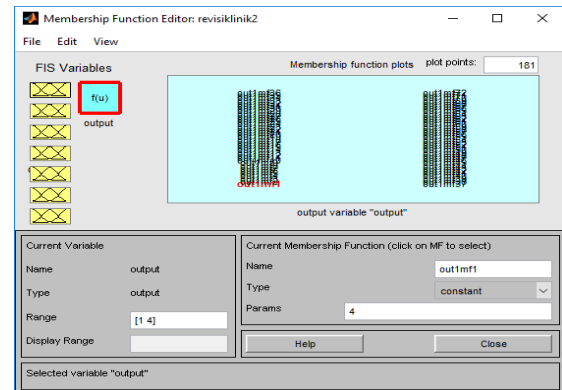
Pada gambar di atas terlihat kurva yang digunakan adalah trimf yakni kurva linear (digunakan untuk semua variabel). Ada tiga kriteria yakni normal (80-90), agak tinggi (90-100), dan tinggi (100-110).



Gambar 8. Membership Function Indeks Diastole

Pada gambar di atas terlihat kurva yang digunakan adalah gaussmf yakni kurva simetris. Ada tiga kriteria yakni normal (80-90), agak tinggi (90-100), dan tinggi (100-110).

Membership function hasil output :



Gambar 9. Membership Function Hasil Output kurva trimf dan kurva gaussmf

Pada gambar di atas adalah membership function dari hasil output kurva trimf dan kurva gaussmf. Didalam membership function ini terdapat bentuk seperti silinder beserta titik-titik. Maksud dari titik-titik tersebut yaitu karena menggunakan pengembangan dari fuzzy yang bernama *adaptive neuro fuzzy inference system* (ANFIS) maka menghasilkan bukan bilangan bulat melainkan bilangan desimal.

Desain tampilan antarmuka yang dibuat adalah berbentuk form yang berisi *textbox* untuk mengisi nilai dari masing – masing variabel inputan.

Gambar 10. Desain Tampilan Antarmuka

Konsepnya adalah dengan memasukkan segala kriteria yang dimiliki oleh pasien kedalam form. Kemudian data tersebut dialirkan kedalam file fuzzy yang dibangun, dan hasilnya ditampilkan melalui *message box* yang akan tampil sesaat setelah *button* periksa ditekan.

2.5 Rules yang didefinisikan pada Sistem Interferensi Fuzzy

Dengan empat variabel input yang digunakan, penulis mendefinisikan *rules* sebagai berikut :

Tabel 6. Aturan Fuzzy Sugeno yang didefinisi

No	Age	IMT	Sistole	Daistole	Penyakit
1	65	26,14268848	170	90	Hip. Derajat 2
2	59	22,07107788	130	80	Prahipertensi
3	60	29,96878252	130	80	Prahipertensi
4	51	26,31463532	150	90	Hipertensi Derajat 1
5	57	27,40765728	180	100	Hipertensi Derajat 2
6	57	19,11111111	130	80	Prahipertensi
7	63	23,87543253	150	90	Hipertensi Derajat 1
8	61	23,59700421	140	90	Hipertensi Derajat 1
9	59	27,11111111	130	90	Prahipertensi
10	24	25,79591837	120	80	Prahipertensi
11	61	28,30533236	130	80	Prahipertensi
12	64	29,296875	180	100	Hipertensi Derajat 2
13	46	25,23634033	140	90	Hipertensi Derajat 1
	48	27,05515088	150	90	Hipertensi Derajat 1
15	45	25,96952909	140	90	Hipertensi Derajat 1
16	55	24,609375	170	100	Hipertensi Derajat 2
17	21	19,47714681	140	80	Hipertensi Derajat 1
18	58	25,96952909	150	100	Hipertensi Derajat 1
19	65	21,484375	130	90	Prahipertensi
20	49	23,87543253	140	80	Hip. Derajat 1
21	24	20,81165453	130	80	Prahipertensi
22	67	28,515625	170	100	Hipertensi Derajat 2
23	65	19,50059453	180	100	Hipertensi Derajat 2
24	59	24,44444444	140	90	Hipertensi Derajat 1
25	39	25,29937595	140	90	Hipertensi Derajat 1
26	54	28,13365651	160	100	Hipertensi Derajat 2
27	69	20	130	90	Prahipertensi
28	62	22,82996433	110	70	Normal
29	50	24,34960912	140	90	Hipertensi Derajat 1
30	63	27,47138398	130	90	Prahipertensi
31	50	25,33333333	130	80	Prahipertensi
32	47	27,39225712	130	90	Prahipertensi
33	56	19,43301326	140	90	Hipertensi Derajat 1
34	22	22,14532872	150	90	Hipertensi Derajat 1
35	54	23,828125	100	70	Normal
36	54	25,56610665	110	70	Normal
37	44	28,3446712	140	80	Hipertensi Derajat 1
38	44	33,79247016	130	70	Prahipertensi
39	41	25,96952909	130	80	Prahipertensi
40	76	23,33546614	170	90	Hip. Derajat 2
41	43	22,58270917	140	80	Hipertensi Derajat 1
42	42	22,86236854	140	90	Hipertensi Derajat 1
43	37	24,08822312	140	80	Hipertensi Derajat 1
44	56	35,08302984	120	80	Prahipertensi
45	47	22,49134948	140	80	Hipertensi Derajat 1

No	Age	IMT	Sistole	Daistole	Penyakit
46	57	27,88761707	160	100	Hipertensi Derajat 2
47	67	24,84098009	150	80	Hipertensi Derajat 1
48	46	15,98380308	150	90	Hipertensi Derajat 1
49	25	20,79672989	130	80	Prahipertensi
50	42	26,05835362	130	90	Prahipertensi
51	44	27,734375	140	70	Hipertensi Derajat 1
52	49	24,03460984	140	90	Hipertensi Derajat 1
53	52	20,45288532	160	90	Hipertensi Derajat 2
54	60	26,57312925	170	100	Hipertensi Derajat 2
55	48	24,22145329	150	100	Hipertensi Derajat 1
56	60	22,03856749	160	100	Hipertensi Derajat 2
57	40	29,6875	160	90	Hipertensi Derajat 2
58	58	29,296875	140	90	Hiper Derajat 1
59	62	26,0261749	170	100	Hipertensi Derajat 2
60	61	29,03178981	160	100	Hipertensi Derajat 2

Keterangan:

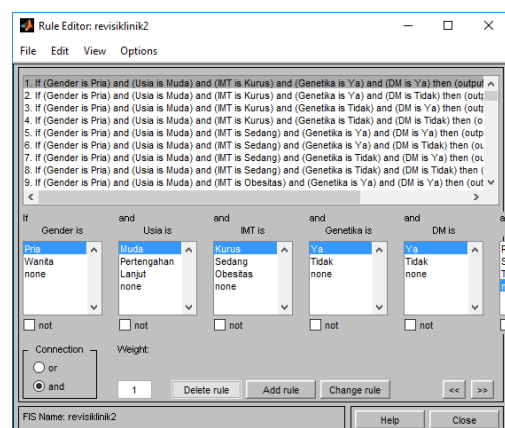
Age = Muda : 0-25 tahun
 Pertengahan : 26-55 tahun
 Lanjut : ≥ 56 tahun

IMT = Kurang : < 18.5
 Normal : 18.5-25.0
 Obesitas : > 25.0

Sistole = Normal : 120-140
 Agak Tinggi: 140-160
 Tinggi : 160-180

Distole = Normal : 80-90
 Agak Tinggi: 90-100
 Tinggi : 100-110

Dan aturan – aturan tersebut diaplikasikan ke dalam matlab melalui *rule editor* yang ada pada menu fuzzy pada matlab.

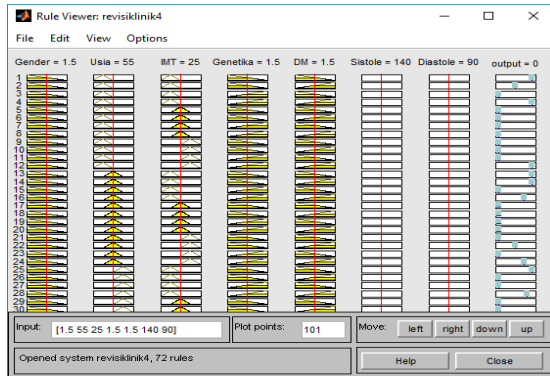


Gambar 11. Rules Editor

Pada *rule editor* di atas terlihat setiap *rules* didefinisikan menggunakan fungsi implikasi *and*. Rules Editor kurva trimf dan kurva gaussmf sama.

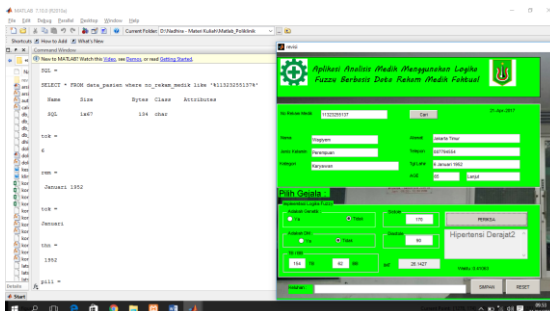
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah sistem interferensi fuzzy sugeno dibangun, kombinasi *rules* dapat dilihat dan pergerakan dari perubahan nilai input dapat diamati pada *rules viewer*.



Gambar 12. *Rules Viewer* kurva trimf dan kurva gaussmf

Kolom input pada pojok kiri bawah bisa dimodifikasi dengan menginputkan nilai – nilai yang akan diuji dan hasilnya bisa dilihat pada kolom hasil analisa. Hasil *Rules Viewer* kurva trimf dan kurva gaussmf sama. Jadi penyakit hipertensi menghasilkan informasi yang valid.



Gambar 13. Pengujian Pada Form Aplikasi

Setelah data di *input* dan *button* ditekan, report hasil bisa dilihat di halaman *command window* pada matlab.

3.1 Pengujian Tingkat Keakurasian

Berikut adalah beberapa contoh data pasien yang melakukan pemeriksaan, dengan kriteria ada pada tabel berikut ini :

Tabel 7. Tingkat Keakurasian

Penyakit	Presentase Keakurasian
Normal	99.999989%
Prahipertensi	99.999985%
Hipertensi Derajat 1	100%
Hipertensi Derajat 2	99.999946%

Dari tabel hasil pengujian di atas dapat dilihat bahwa rata-rata tingkat akurasi pada pasien yang tidak memiliki penyakit hipertensi mencapai 99,999989%, pada pasien yang memiliki penyakit prahipertensi mencapai 99,999985%, pada pasien yang memiliki penyakit hipertensi derajat 1 mencapai 100% dan pada pasien yang memiliki penyakit hipertensi derajat 2 mencapai 99.999946%.

Tabel 8. Tingkat Error

Penyakit	Presentase Error
Normal	0.003333%
Prahipertensi	0.00471%
Hipertensi Derajat 1	0%
Hipertensi Derajat 2	0.007333%

Dari tabel hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa rata-rata tingkat error pada pasien yang tidak memiliki penyakit hipertensi yaitu 0.003333%, pada pasien yang memiliki penyakit prahipertensi yaitu 0.00471%, pada pasien yang memiliki penyakit hipertensi derajat 1 yaitu 0% dan pada pasien yang memiliki penyakit hipertensi derajat 2 yaitu 0.007333%.

3.2 Pengujian Black Box

Pengujian black box berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak. Dengan demikian, pengujian black-box memungkinkan perekayasa perangkat lunak mendapatkan serangkaian kondisi input yang sepenuhnya menggunakan semua persyaratan fungsional untuk suatu program[23]. Hasil uji coba dengan black box ini menjadi tolak ukur keberhasilan dari sistem yang dibuat, dan hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa sistem ini berjalan dengan baik karena hasil pengujian ini sistem berjalan sesuai dengan harapan. Hal ini dibuktikan dengan item uji pada halaman form aplikasi adalah menu login, menu halaman utama, menu data pasien, menu obat dan menu dokter yang dapat berjalan dengan baik.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian mengenai sistem aplikasi analisis medik pada penyakit hipertensi menggunakan metode logika fuzzy sugeno dapat disimpulkan bahwa :

- Membuat sebuah aplikasi analisis medik dengan metode logika fuzzy sugeno, untuk membantu dokter mendeteksi penyakit

- hipertensi menggunakan informasi data pasien yang diperoleh dari klinik.
- b. Hasil dari implementasi menggunakan logika fuzzy memiliki 4 kateria penyakit pada hipertensi yaitu normal, prahipertensi, hipertensi derajat 1 dan hipertensi derajat 2, sehingga aplikasi ini dapat memberikan informasi yang lengkap dan membantu dokter dalam proses penentuan jenis dan katagori penyakit hipertensi sesuai dengan informasi gejala yang telah diinputkan.
 - c. Dari perhitungan dan uji coba aplikasi yang telah dilakukan mendapatkan rata-rata tingkat keakurasian pada penyakit hipertensi yaitu 99.999989% untuk pasien yang tidak memiliki penyakit hipertensi(normal), 99.999985% untuk pasien yang memiliki penyakit prahipertensi, 100% untuk pasien yang memiliki penyakit hipertensi derajat 1 dan 99.999946% untuk pasien yang memiliki penyakit hipertensi derajat 2.
 - d. Dari Perhitungan dan uji coba yang telah dilakukan dihasilkan rata-rata nilai error pada penyakit hipertensi yaitu 0.00333% untuk pasien yang tidak memiliki penyakit hipertensi(normal), 0.00471% untuk pasien yang memiliki penyakit prahipertensi, 0% untuk pasien yang memiliki penyakit hipertensi derajat 1 dan 0.00733% untuk pasien yang memiliki penyakit hipertensi derajat 2.
 - e. Menghasilkan informasi yang valid, cepat tentang penyakit hipertensi yang terdiri dari usia, indeks masa tubuh, sistole dan diastole, sehingga didapatkan hasil diagnosa penyakit hipertensi yang sesuai dengan informasi yang diinputkan pada aplikasi.

5. REFERENSI

- [1] Vitahealth. 2009. *Hipertensi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [2] Djam, X. Y., and Y. H. Kimbi. *Fuzzy Expert System For The Management Of Hypertension*. The Pacific Journal of Science and Technology 12, no. 1 (2011): 390-402
- [3] Abdullah, Azian Azamimi, Zulkarnay Zakaria, and Nur Farahiyah Mohamad. *Design And Development Of Fuzzy Expert System For Diagnosis Of Hypertension*. In Intelligent Systems, Modelling and Simulation (ISMS), 2011 Second International Conference on, pp. 113-117. IEEE, 2011
- [4] Kaur, Rupinder, and Amrit Kaur. *Hypertension Diagnosis Using Fuzzy Expert System*. In International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) National Conference on Advances in Engineering and Technology, AET-29th March. 2014.
- [5] Soelistijorini, Reni, Mike Yuliana, Ira Prasetyaningrum, and Lina Pratiwi. *Implementation Of Medical Error Prevention System For Hypertension Disease Based On Fuzzy*. In Science in Information Technology (ICSITech), 2016 2nd International Conference on, pp. 238-243. IEEE, 2016.
- [6] Das, Sujit, Pijush Kanti Ghosh, and Samarjit Kar. *Hypertension Diagnosis: A Comparative Study Using Fuzzy Expert System And Neuro Fuzzy System*. In Fuzzy Systems (FUZZ). 2013 IEEE International Conference on, pp. 1-7. IEEE, 2013.
- [7] Abrishami, Zeinab, and Hamid Tabatabaee. *Design Of A Fuzzy Expert System And A Multi-Layer Neural Network System For Diagnosis Of Hypertension*. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci 4 (2015): 138-145.
- [8] Baihaqi, Wiga Maulana, Noor Akhmad Setiawan, and Igi Ardiyanto. *Rule Extraction For Fuzzy Expert System To Diagnose Coronary Artery Disease*. In Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE), International Conference on, pp. 136-141. IEEE, 2016.
- [9] Cunha, Vanessa S., Cátia M. Salgado, Susana M. Vieira, and João MC Sousa. *Fuzzy Modeling To Predict Short And Long-Term Mortality Among Patients With Acute Kidney Injury*. In Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2016 IEEE International Conference on, pp. 148-153. IEEE, 2016.
- [10] Putra, Aditya Agung, and Rinaldi Munir. *Implementation Of Fuzzy Inference System In Children Skin Disease Diagnosis Application*. In Electrical Engineering and Informatics (ICEEI), 2015 International Conference on, pp. 365-370. IEEE, 2015.
- [11] Undre, Poonam, Harjeet Kaur, and Prakash Patil. *Improvement In Prediction Rate And Accuracy Of Diabetic Diagnosis System Using Fuzzy Logic Hybrid Combination*. In Pervasive Computing (ICPC), 2015 International Conference on, pp. 1-4. IEEE, 2015.

- [12] Oladele, T. O., J. S. Sadiku, and R. O. Oladele. *Coactive Neuro-Fuzzy Expert System: A Framework For Diagnosis Of Malaria*, African J. of Computing & ICT 7, no. 2 (2014): 174-188.
- [13] Badnjevic, Almir, Mario Cifrek, Dragan Koruga, and Dinko Osmankovic, *Neuro-Fuzzy Classification Of Asthma And Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, BMC medical informatics and decision making 15, no. 3 (2015): S1.
- [14] Saritas, Ismail, Ilker A. Ozkan, Novruz Allahverdi, and Mustafa Argindogan. *Determination Of The Drug Dose By Fuzzy Expert System In Treatment Of Chronic Intestine Inflammation*. Journal of Intelligent Manufacturing 20, no. 2 (2009): 169-176.
- [15] Imran, Mohammed, Alhanouf M. Al-Abdullatif, Bushra S. Al-Awwad, Mzoon M. Alwalmani, Sarah A. Al-Suhaibani, and Shahad A. Al-Sayah. 2016. *Towards Early Detection of Diabetic Retinopathy Using Extended Fuzzy Logic*. .
- [16] Lee, Byung-Kwan, Eun-Hee Jeong, and Sang-Sik Lee. *Context-Awareness Healthcare for Disease Reasoning Based on Fuzzy Logic*. Journal of Electrical Engineering and Technology 11, no. 1 (2016): 247-256.
- [17] Korenevskiy, Nikolay, Mahdi Alshamasin, Riad Taha Al-Kasasbeh, Krupchatnikov Roman Anatolevich, and Florin Ionescu. *Prediction And Prenosological Diagnosis Of Stomach Diseases Based On Energy Characteristics Of Acupuncture Points And Fuzzy Logic*. International Journal of Modelling, Identification and Control 23, no. 1 (2015): 55-67.
- [18] Ansari, A. Q., and Neeraj Kumar Gupta. *Automated Diagnosis Of Coronary Heart Disease Using Neuro-Fuzzy Integrated System*. In Information and Communication Technologies (WICT), 2011 World Congress on, pp. 1379-1384. IEEE, 2011.
- [19] Onuwa, OJEME BLESSING. *Fuzzy Expert System For Malaria Diagnosis*. Oriental J. of Computer Science and Technology 7 (2014): 273-284.
- [20] Williams, Samuel Oluwarotimi, and Omisore Mumini Olatunji. *Genetic Neuro-Fuzzy System For The Diagnosis Of Typhoid Fever*. In 2013 Conference on Medical Innovation and Computing Service. 2013.
- [21] James, T. R. *Simulation Of Medical Diagnosis System For Malaria Using Fuzzy Logic*. SIMULATION 5, no. 2 (2014).
- [22] Aru W. Sudoyo, dkk. 2007. *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Jilid I edisi IV*. Jakarta: Pusat Penerbitan Departemen Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- [23] Pressman, Roger S. 2002. *Rekayasa Perangkat Lunak Pendekatan Praktisi (Buku 1). Edisi 2*. Yogyakarta: Andi.