

SPK Berbasis Web Menggunakan Logika Fuzzy Untuk Diagnosa Penyakit Jantung

Ria Astriratma¹, Mayanda Mega Santoni², Helena Nurramdhani Irmanda³

^{1,2,3} Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta
e-mail: ¹astriratma@upnvj.ac.id, ²megasantoni@upnvj.ac.id, ³helenairmanda@upnvj.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk membuat sebuah sistem pengambilan keputusan berbasis web menggunakan logika fuzzy untuk mendiagnosa penyakit jantung pada seseorang. Untuk membangun sistem ini digunakan Fuzzy Inference System dari pengetahuan yang ada pada dokter sehingga diperoleh aturan (rule) untuk melakukan diagnosa. Langkah pada Fuzzy Inference System yaitu Fuzzifier, Fuzzy Inference Engine dan Defuzzifier. Fungsi keanggotaan segitiga dan trapesium digunakan untuk mendapatkan nilai derajat keanggotaan pada setiap variabel. Root Sum Square (RSS) digunakan untuk mendapatkan nilai fuzzy dari aturan yang memenuhi kondisi suatu pasien. Nilai RSS yang diperoleh akan dipetakan ke nilai tunggal (crisp) dengan menggunakan teknik Centroid of Area (CoA) untuk mendapatkan hasil diagnosa penyakit jantung. Penelitian ini menggunakan dataset Cleveland dari Machine Learning Repository. Hasil diagnosa pada sistem ini menghasilkan akurasi 64% dengan tingkat sensitivitas sebesar 89.83% dan tingkat spesifisitas sebesar 73.17%.

Kata kunci: SPK, Logika Fuzzy, Diagnosa Jantung

Abstract

This research is to make decisions support system using fuzzy logic to diagnose heart disease in a person. To build this system, the Fuzzy Inference System is used from the knowledge available to doctors obtained by the rules to make a diagnosis. The steps in the Fuzzy Inference System are Fuzzifier, Fuzzy Inference Engine and Defuzzifier. The Triangle and Trapezoidal functions are used to get the degree of meeting values for each variable. Root Sum Square (RSS) is used to get fuzzy values from rules that meet patient requirements. RSS values obtained will be mapped to a single value (crisp) using the Centroid of Area (CoA) technique to get the results of a diagnosis of heart disease. This study uses the Cleveland dataset from the Machine Learning Repository. The diagnosis results in this system produce an accuracy of 64% with a sensitivity level of 89.83% and a specificity level of 73.17%.

Keywords: DSS, Fuzzy Logic, Heart diagnosis

1. PENDAHULUAN

Jantung merupakan organ tubuh manusia yang sangat penting yang bertugas untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Menjaga kesehatan jantung sangat penting karena jantung merupakan pusat kehidupan manusia. Jantung yang tidak sehat sangat mempengaruhi proses kerja organ tubuh lainnya. Banyak masyarakat yang awam akan kesehatan jantung sehingga jarang untuk memeriksakan kesehatan jantungnya. Padahal penyakit ini bisa menyerang siapa saja. Diagnosa awal sangat penting agar penyakit ini dapat ditangani dengan cepat.

Penggunaan teknologi komputer dapat dimanfaatkan untuk membantu memudahkan para dokter untuk melakukan diagnosa lebih cepat. Di bidang ilmu komputer, dikenal sebuah sistem yang disebut expert system yaitu sistem informasi yang berisi pengetahuan para pakar sehingga dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa

dilakukan oleh para pakar. Manusia terbiasa menyelesaikan masalah yang ambigu akan tetapi sukses untuk memperkirakan solusinya. Pendekatan logika fuzzy digunakan untuk merepresentasikan estimasi manusia yang bersifat ambigu. Variabel yang digunakan untuk melakukan diagnosa diukur berdasarkan ukuran manusia yang bersifat ambigu, seperti rasa sakit yang tinggi dan rendah. Ukuran tinggi dan rendah untuk setiap orang berbeda-beda, sehingga pendekatan logika fuzzy baik digunakan untuk mendiagnosa penyakit ini (Ojokoh, et al. 2012).

Logika fuzzy telah banyak digunakan dalam melakukan diagnosa penyakit. Samuel, et al. pada tahun 2013 telah mengusulkan sebuah sistem pengambilan keputusan untuk mendiagnosa demam typhoid dengan menggunakan logika fuzzy. Pada penelitian tersebut, logika fuzzy sudah baik dalam melakukan diagnosa. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan sebuah sistem web pengambilan keputusan menggunakan logika fuzzy untuk mendiagnosa penyakit jantung. Penelitian ini bertujuan untuk membantu para penderita penyakit jantung untuk mendiagnosa penyakitnya lebih cepat terutama di daerah yang memiliki tenaga medis yang kurang memadai.

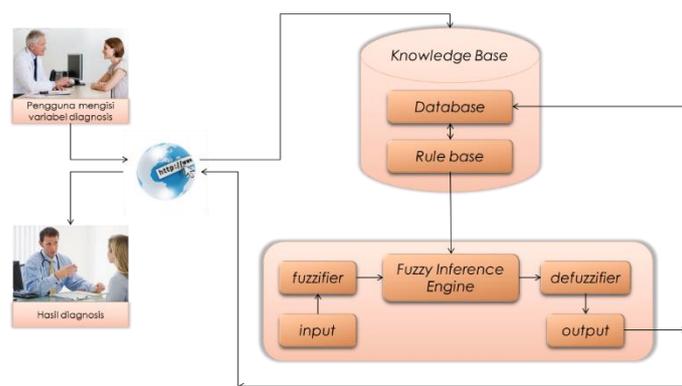
2. METODE PENELITIAN

Sistem ini menggunakan teknologi web sehingga dapat diakses dimana saja dan kapan saja dengan syarat harus terhubung dengan jaringan internet. Selanjutnya, user diminta untuk mengisi semua variabel diagnosa yang telah ditentukan oleh dokter (pakar). Pengetahuan pakar disimpan ke dalam knowledge base berupa aturan-aturan dalam melakukan diagnosa. Aturan-aturan tersebut berupa pernyataan IF-THEN pada pendekatan logika fuzzy. Pada logika fuzzy, gejala-gejala pasien digunakan sebagai variabel input, selanjutnya Fuzzy Inference System akan menerima inputan tersebut dan melakukan fuzifikasi untuk mendapatkan hasil diagnosa penyakit jantung. Alur dari arsitektur sistem yang digunakan pada penelitian ini yaitu sistem web pengambilan keputusan menggunakan logika fuzzy untuk mendiagnosa penyakit jantung dapat dilihat pada gambar 1.

Data yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari dataset Machine Learning Repository. Dataset diperoleh melalui <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Heart+Disease>. Dataset ini dibuat oleh empat orang peneliti yaitu:

1. Andras Janosi, M.D. dari Hungarian Institute of Cardiology,
2. William Steinbrunn, M.D. dari University Hospital, Zurich, Switzerland,
3. Matthias Pfisterer, M.D. dari University Hospital, Basel, Switzerland, dan
4. Robert Detrano, M.D., Ph.D. dari V.A. Medical Center, Long Beach and Cleveland Clinic Foundation.

Tujuan dari dataset ini adalah mendiagnosa ada atau tidaknya penyakit jantung tertentu dari hasil tes medis yang dilakukan pasien. Pada data tersebut terdapat empat database, yaitu Cleveland, Hungary, Switzerland, dan the VA Long Beach. Pada penelitian ini database yang akan digunakan adalah database Cleveland. Penelitian ini menggunakan 11 parameter diagnosa yang digunakan sebagai masukan logika fuzzy dan satu parameter keluaran sebagai hasil diagnosa. Parameter masukan dan keluaran dapat dilihat pada tabel 1.



Gambar 1. Arsitektur sistem pengambilan keputusan berbasis web untuk diagnosa penyakit jantung

Tabel 1. Parameter masukan dan keluaran untuk mendiagnosa penyakit jantung

| No | Parameter | Variabel | CODE |
|----|-----------|------------------------|------|
| 1 | Masukan | Nyeri Dada | ND |
| 2 | | Tekanan Darah | TD |
| 3 | | Kolesterol | KL |
| 4 | | Gula Darah | GD |
| 5 | | Tes ECG | ECG |
| 6 | | Detak Jantung Maksimum | DJM |
| 7 | | Tes Latihan | TL |
| 8 | | <i>Old Peak</i> | OP |
| 9 | | Thallium Scan | TS |
| 10 | | Jenis Kelamin | JK |
| 11 | | Umur | UR |
| 12 | Keluaran | Hasil Diagnosa | HD |

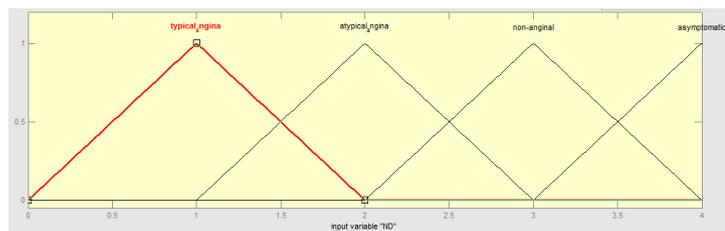
Setiap parameter masukan dan keluaran beserta variabel linguistik dan nilai fuzzynya dijelaskan sebagai berikut (Ali dan Mehdi, 2010):

- Nyeri Dada

Nyeri dada merupakan salah satu ciri yang dipercaya merupakan gejala awal seseorang terkena penyakit jantung. Namun tidak semua nyeri dada dikatakan sebagai gejala awal sakit jantung. Pada penelitian ini parameter ND dibagi menjadi empat nilai, yaitu:

- Nilai 1 = Typical Angina
- Nilai 2 = Atypical Angina
- Nilai 3 = Non-Anginal Pain
- Nilai 4 = Asymptomatic

Fungsi keanggotaan pada parameter ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Fungsi Keanggotaan untuk variabel masukan “nyeri dada”

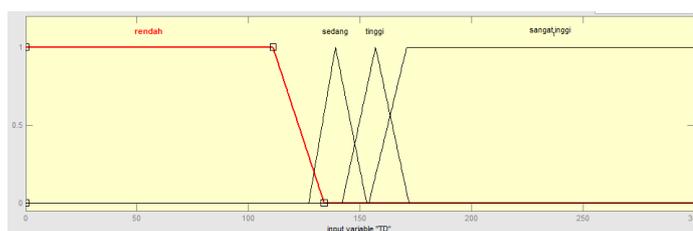
- Tekanan Darah

Tekanan darah tinggi merupakan salah satu faktor risiko utama penyakit jantung. Semakin tinggi tekanan darah seseorang maka semakin tinggi risiko terserang penyakit jantung.

Himpunan fuzzy pada parameter ini dapat dilihat pada Tabel 2. Representasi grafik fungsi keanggotaan pada setiap *linguistic variable* dapat dilihat pada gambar 3.

Tabel 2. Himpunan fuzzy variable masukan “tekanan darah”

| Variabel Masukan | Rentang Fuzzy | <i>Linguistic variable</i> |
|------------------|---------------|----------------------------|
| Tekanan Darah | < 134 | Rendah |
| | 127 - 153 | Sedang |
| | 142 – 172 | Tinggi |
| | > 154 | Sangat Tinggi |



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan untuk variabel masukan “tekanan darah”

- Kolesterol

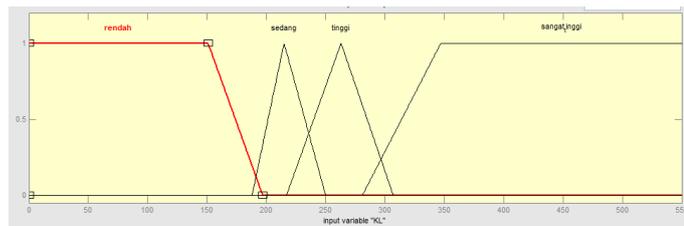
Kolesterol juga merupakan salah satu faktor risiko penyakit jantung. Kolesterol adalah komponen lemak yang terdapat pada pembuluh darah. Adanya penumpukan lemak pada pembuluh darah akan membuat pembuluh darah menyempit dan mengganggu suplai oksigen dalam tubuh. Oleh karena itu, semakin tinggi kadar kolesterol seseorang maka semakin tinggi pula risiko seseorang tersebut terserang penyakit jantung.

Himpunan fuzzy pada parameter ini dapat dilihat pada Tabel 3. Representasi grafik fungsi keanggotaan pada setiap *linguistic variable* dapat dilihat pada gambar 4.

Tabel 3. Himpunan fuzzy variable masukan “kolesterol”

| Variabel Masukan | Rentang Fuzzy | <i>Linguistic variable</i> |
|------------------|---------------|----------------------------|
|------------------|---------------|----------------------------|

| | | |
|------------|-----------|---------------|
| Kolesterol | < 197 | Rendah |
| | 188 - 250 | Sedang |
| | 217 – 307 | Tinggi |
| | > 281 | Sangat Tinggi |

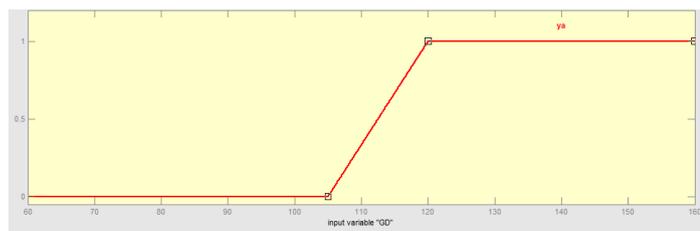


Gambar 4. Fungsi Keanggotaan untuk variabel masukan “kolesterol”

- Gula Darah

Gula darah merupakan bahan bakar yang dibutuhkan untuk kerja otak, sistem saraf, dan jaringan tubuh lainnya. Kadar gula darah yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada pembuluh darah. Kadar gula yang tinggi dikombinasikan dengan pembuluh darah yang rusak memunculkan penyakit salah satunya penyakit jantung.

Parameter ini didefinisikan ya jika hasil tes gula darah menunjukkan lebih besar dari 120. Gambar 5 menunjukkan fungsi keanggotaan dari parameter ini.



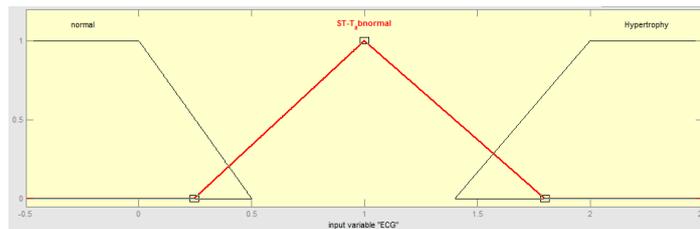
Gambar 5. Fungsi Keanggotaan untuk variabel masukan “gula darah”

- Tes EKG

Pemeriksaan EKG (Elektrokardiografi) dilakukan untuk menentukan apakah jantung berfungsi secara normal. Himpunan fuzzy pada parameter ini dapat dilihat pada Tabel 4. Representasi grafik fungsi keanggotaan pada setiap *linguistic variable* dapat dilihat pada gambar 6.

Tabel 4. Himpunan fuzzy variable masukan “tes EKG”

| Variabel Masukan | Rentang Fuzzy | <i>Linguistic variable</i> |
|------------------|----------------|----------------------------|
| Tes EKG | -0.5 – 0.5 (0) | Normal |
| | 2.45 – 1.8 (1) | ST_T abnormal |
| | 1.40 – 2.5 (2) | Hypertrophy |



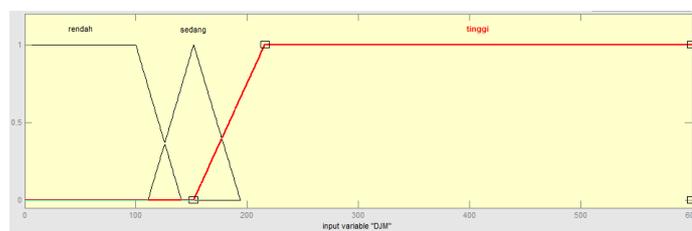
Gambar 6. Fungsi Keanggotaan untuk variabel masukan “tes EKG”

- Detak Jantung Maksimum

Detak jantung adalah cara yang paling tepat dan mudah untuk melacak tingkat aktifitas seseorang. Himpunan fuzzy pada parameter ini dapat dilihat pada Tabel 5. Representasi grafik fungsi keanggotaan pada setiap *linguistic variable* dapat dilihat pada gambar 7.

Tabel 5. Himpunan fuzzy variable masukan “detak jantung maksimum”

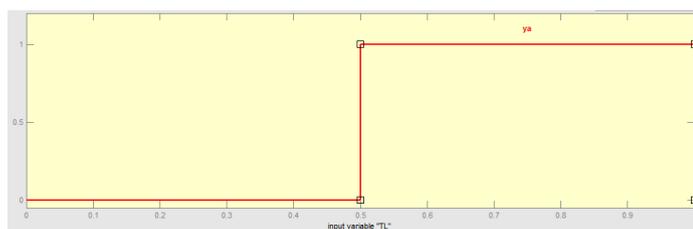
| Variabel Masukan | Rentang Fuzzy | <i>Linguistic variable</i> |
|------------------------|---------------|----------------------------|
| Detak Jantung Maksimum | < 141 | Rendah |
| | 111 - 194 | Sedang |
| | > 152 | Tinggi |



Gambar 7. Fungsi Keanggotaan untuk variabel masukan “detak jantung maksimum”

- Tes Latihan

Parameter ini didefinisikan ya jika dokter memberikan tes latihan pada pasien. Gambar 8 menunjukkan fungsi keanggotaan dari parameter ini.



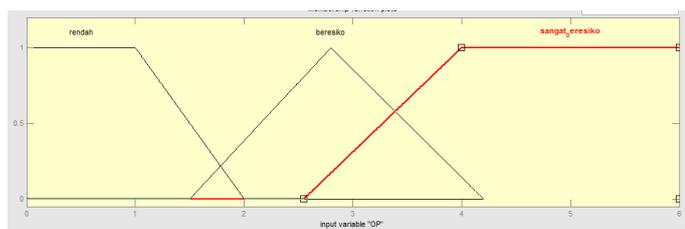
Gambar 8. Fungsi Keanggotaan untuk variabel masukan “tes latihan”

- Old Peak

Himpunan fuzzy pada parameter ini dapat dilihat pada Tabel 6. Representasi grafik fungsi keanggotaan pada setiap *linguistic variable* dapat dilihat pada gambar 9.

Tabel 6. Himpunan fuzzy variable masukan “old peak”

| Variabel Masukan | Rentang Fuzzy | Linguistic variable |
|------------------|---------------|---------------------|
| Old Peak | < 2 | Rendah |
| | 1.5 – 4.2 | Berisiko |
| | > 2.55 | Sangat Berisiko |



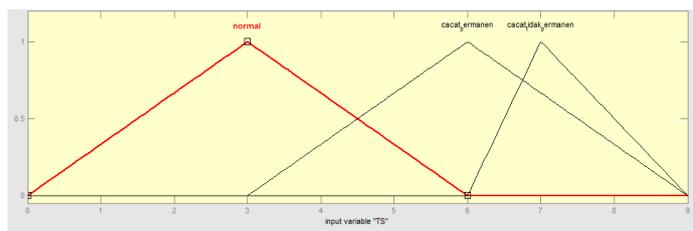
Gambar 9. Fungsi Keanggotaan untuk variabel masukan “old peak”

- *Thallium Scan*

Parameter ini dibagi menjadi tiga nilai yaitu:

- Nilai 3 = Normal
- Nilai 6 = Cacat Permanen
- Nilai 7 = Cacat Tidak Permanen

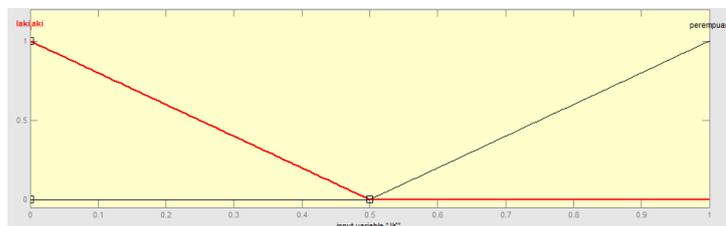
Representasi grafik fungsi keanggotaan pada setiap *linguistic variable* dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Fungsi Keanggotaan untuk variabel masukan “thallium scan”

- Jenis Kelamin

Parameter ini dibagi menjadi dua nilai 0 untuk laki-laki dan 1 untuk perempuan. Representasi grafik fungsi keanggotaan pada setiap *linguistic variable* dapat dilihat pada gambar 11.



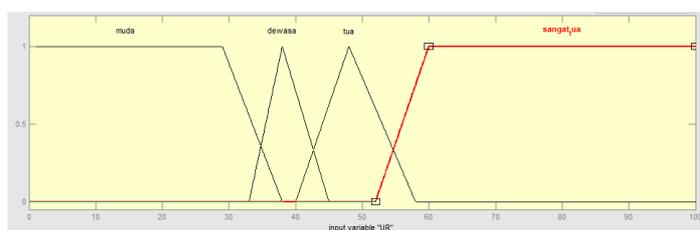
Gambar 11. Fungsi Keanggotaan untuk variabel masukan “jenis kelamin”

- Umur

Himpunan fuzzy pada parameter ini dapat dilihat pada Tabel 7. Representasi grafik fungsi keanggotaan pada setiap *linguistic variable* dapat dilihat pada gambar 12.

Tabel 7. Himpunan fuzzy variable masukan “umur”

| Variabel Masukan | Rentang Fuzzy | <i>Linguistic variable</i> |
|------------------|---------------|----------------------------|
| Umur | < 38 | Muda |
| | 33 - 45 | Dewasa |
| | 40 - 58 | Tua |
| | > 52 | Sangat Tua |



Gambar 12. Fungsi Keanggotaan untuk variabel masukan “umur”

- Hasil Diagnosa

Penderita penyakit jantung terbagi atas empat jenis risiko menurut New York Heart Assosiation (NYHA).

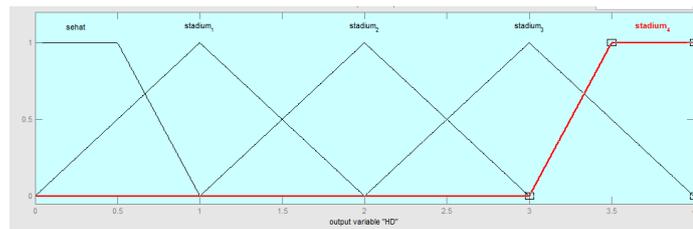
1. Risiko 1
Penderita penyakit jantung pada risiko ini tidak memiliki batasan aktifitas fisik. Aktifitas biasa tidak akan menimbulkan keluhan pada penderita.
2. Risiko 2
Penderita penyakit jantung pada risiko ini memiliki batasan aktifitas fisik ringan. Penderita tidak akan merasakan keluhan jika dalam keadaan istirahat atau aktifitas ringan, tetapi akan mengalami keluhan bila mengadakan aktifitas yang lebih berat.
3. Risiko 3
Penderita penyakit jantung pada risiko ini memiliki batasan aktifitas nyata. Pada saat istirahat, penderita tidak akan merasakan keluhan, tetapi akan mengalami keluhan walaupun hanya melakukan aktifitas ringan.
4. Risiko 4
Penderita penyakit jantung pada risiko ini tidak mampu melakukan aktifitas fisik apapun lagi. Bahkan saat istirahat pun, penderita tetap merasakan keluhan.

Himpunan fuzzy pada parameter keluaran dapat dilihat pada Tabel 8. Representasi grafik fungsi keanggotaan pada setiap *linguistic variable* dapat dilihat pada gambar 13.

Tabel 8. Himpunan fuzzy variable keluaran “hasil diagnosa”

| Variabel Keluaran | Rentang Fuzzy | <i>Linguistic variable</i> |
|-------------------|---------------|----------------------------|
|-------------------|---------------|----------------------------|

| | | |
|----------------|-----|-----------|
| Hasil Diagnosa | < 1 | Sehat |
| | 0-2 | Stadium 1 |
| | 1-3 | Stadium 2 |
| | 2-4 | Stadium 3 |
| | > 3 | Stadium 4 |



Gambar 13. Fungsi Keanggotaan untuk variabel keluaran “hasil diagnosa”

Tahapan-tahapan Fuzzy Inference Engine pada penelitian ini meliputi:

2.1 Fuzzification

Fuzzifikasi merupakan suatu proses mengubah variabel input berupa gejala-gejala pasien dari nilai tunggal (*crisp*) menjadi nilai fuzzy (*linguistic variable*) yang disajikan dalam bentuk himpunan fuzzy dengan nilai fungsi keanggotaan masing-masing. Himpunan fuzzy F terdiri dari variabel z_i yaitu variabel input ke- i yang didefinisikan pada persamaan 1. nilai fungsi keanggotaan dari z_i pada himpunan fuzzy F didefinisikan pada persamaan 2.

$$F = \{ (z_i, \mu_F(z_i)) \mid z_i \in F, \mu_F(z_i) \in [0,1] \} \tag{1}$$

$$\mu_F(z_i) = \begin{cases} 0, & \text{if } z_i < a_1 \\ \frac{z_i - a_1}{a_2 - a_1}, & \text{if } a_1 \leq z_i < a_2 \\ \frac{a_3 - z_i}{a_3 - a_2}, & \text{if } a_2 \leq z_i < a_3 \\ 0, & \text{if } z_i \geq a_3 \end{cases} \tag{2}$$

dimana $\mu_F(z_i)$ adalah nilai fungsi keanggotaan dari z_i pada himpunan fuzzy F dan a_1, a_2, a_3 adalah nilai fuzzy variabel pada fungsi keanggotaan segitiga.

2.2 Rule Base

Aturan-aturan yang digunakan untuk melakukan diagnosa penyakit jantung berupa pernyataan *IF-THEN*, dimana bagian *IF* merupakan variabel sebab dan bagian *THEN* merupakan variabel akibat yang dihasilkan. Aturan yang digunakan untuk mendapatkan hasil diagnosa adalah aturan yang memenuhi semua gejala yang ada.

2.3 Fuzzy Inference Engine

Pada bagian ini akan menghasilkan nilai keputusan fuzzy dengan menggunakan teknik *Root Sum Square* (RSS) berdasarkan aturan-aturan fuzzy

yang terpenuhi. Formula dari *Root Sum Square* dapat dilihat pada persamaan 3.

$$RSS = \sum_{k=1}^n A_k^2 \quad (3)$$

Dengan A_k adalah *non-zero minimum value* pada aturan ke - k yang terpenuhi dengan $k = 1, 2, \dots, n$ adalah jumlah aturan yang memenuhi syarat (Samuel, et al. 2013).

2.4 Defuzzification

Defuzzifikasi merupakan suatu proses mendapatkan nilai *crisp* (nilai keputusan diagnosa) dari suatu himpunan fuzzy. Teknik yang digunakan pada defuzzifikasi adalah *Center of Area* (CoA) yang didefinisikan pada persamaan 4.

$$CoA = \frac{\sum_{i=1}^n A(c_i)c_i}{\sum_{i=1}^n A(c_i)} \quad (4)$$

dimana $A(c_i)$ adalah nilai RSS yang dihasilkan pada persamaan 3, c_i adalah nilai *center* dari fungsi keanggotaan dan $i = 1, 2, \dots, n$ adalah jumlah *linguistic variable* yang diperoleh pada RSS (Samuel, et al. 2013).

3. UJI COBA DAN EVALUASI

Aturan yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari pakar dan studi literatur yang dilakukan penulis. Jumlah aturan yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 31 aturan. Beberapa aturan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. **IF** TS['Normal'] **THEN** HD['Sehat']
2. **IF** TS['Cacat Tidak Permanen'] **AND** ND['Asymptomatic'] **AND** OP['Berisiko'] **AND** TF['Ya'] **AND** ['GD']['Tidak'] **THEN** HD['Risiko1']
3. **IF** TS['Cacat Tidak Permanen'] **AND** ND['Asymptomatic'] **AND** OP['Rendah'] **AND** DJM['Tinggi'] **AND** TD['Sangat Tinggi'] **THEN** HD['Risiko2']
4. **IF** TS['Cacat Permanen'] **AND** EKG['Hypertrophy'] **AND** DJM['Rendah'] **AND** TF['Tidak'] **THEN** HD['Risiko3']
5. **IF** TS['Cacat Permanen'] **AND** EKG['Abnormal'] **THEN** HD['Risiko4']

Aplikasi *web* yang dikembangkan pada penelitian ini digunakan untuk mendapatkan diagnosa penyakit jantung berdasarkan parameter-parameter diagnosa tertentu. Antarmuka aplikasi *web* pengambilan keputusan untuk diagnosa penyakit jantung dapat dilihat pada gambar 14 dan gambar 15.



Gambar 14. Halaman utama aplikasi web “Diagnosa Penyakit Jantung”

The screenshot shows a web form titled "Parameter Diagnosis". It contains 11 numbered input fields:

- Jenis kelamin (LK=0, PB=1)
- Umur
- Tekanan Darah
- Kadar Kolesterol
- Tes EKG
- Rasa nyeri dada yang dirasakan
- Tes Fisik (Ya = 1, Tidak = 0)
- Old Peak
- Thallium Scan
- Kadar Gula Darah
- Denyut Jantung Maksimal

A "Submit" button is visible at the bottom right of the form.

Gambar 15. Antarmuka aplikasi web “Diagnosa Penyakit Jantung”

Sebagai contoh, seorang pengguna memasukkan nilai untuk setiap parameter diagnosa yang dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Contoh nilai masukan untuk setiap parameter diagnosa

| No | Parameter Diagnosa | Nilai | Nilai Fuzzy |
|----|--------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Jenis Kelamin | Perempuan (1) | JK[‘Laki-laki’] JK[‘Perempuan’] =0 =1 |
| 2 | Umur | 67 | UR[‘Muda’] UR[‘Dewasa’] UR[‘Tua’] UR[‘Sangat Tua’] =0 =0 =0 =1 |
| 3 | Tekanan Darah | 120 | TD[‘Rendah’] TD[‘Sedang’] TD[‘Tinggi’] TD[‘Sangat Tinggi’] = 0.61 = 0 = 0 = 0 |
| 4 | Kadar Kolesterol | 229 | KL[‘Rendah’] KL[‘Sedang’] KL[‘Tinggi’] KL[‘Sangat Tinggi’] = 0 = 0.6 = 0.26 = 0 |
| 5 | Tes EKG | 2 | EKG[‘Normal’] EKG[‘Abnormal’] EKG[‘Hypertrophy’] = 0 = 0 = 1 |
| 6 | Rasa nyeri dada yang dirasakan | 4 | ND[‘Angina’] ND[‘Atangina’] ND[‘Non Angina’] ND[‘Asymptomatic’] = 0 = 0 = 0 = 1 |
| 7 | Tes Fisik | 1 | TF[‘Ya’] TF[‘Tidak’] = 1 = 0 |
| 8 | Old Peak | 2.6 | OP[‘Rendah’] OP[‘Berisiko’] OP[‘Sangat Berisiko’] = 0 = 0.85 = 0.07 |
| 9 | Thallium Scan | 7 | TS[‘Normal’] TS[‘Cacat Permanen’] TS[‘Cacat Tidak Permanen’] = 0 = 0.67 = 1 |

| | | | | |
|----|-------------------------|-----|-------------------------------------------------|-------------------------|
| 10 | Kadar Gula Darah | 0 | GD['Ya'] GD['Tidak'] | = 0 = 1 |
| 11 | Denyut Jantung Maksimum | 129 | DJM['Rendah'] DJM['Sedang'] DJM['Tinggi'] | = 0.29 = 0.44 = 0 |

Nilai-nilai tersebut akan ditransformasikan menjadi nilai fuzzy sesuai dengan fungsi keanggotaan yang telah disebutkan di atas. Selanjutnya setiap variabel diagnosa, dicocokkan dengan aturan-aturan yang telah didefinisikan pada sistem. Untuk data di atas, diperoleh lima aturan yang memenuhi kondisi keadaan pengguna yang dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Contoh nilai masukan untuk setiap parameter diagnosa

| Rule | JK | UR | TD | KL | EKG | ND | TF | OP | TS | GD | DJM | Hasil | NZMV |
|------|----|----|----|----|-----|----|----|------|------|----|------|-------|------|
| 4 | - | - | - | - | 1 | - | 1 | - | 0.67 | - | 0.29 | R1 | 0.29 |
| 6 | - | - | - | - | - | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 0.44 | R2 | 0.44 |
| 27 | - | - | - | - | - | 1 | - | 0.85 | 1 | - | 0.29 | R1 | 0.29 |
| 29 | - | - | - | - | - | 1 | - | 0.07 | 1 | - | 0.29 | R3 | 0.07 |
| 30 | - | - | - | - | - | 1 | - | 0.07 | 1 | - | 0.44 | R1 | 0.07 |

Setelah diperoleh aturan-aturan yang memenuhi kondisi pasien, selanjutnya akan dihitung nilai RSS untuk setiap *linguistic variable* hasil diagnosa. Perhitungan RSS dapat dilihat di bawah ini:

$$\text{Sehat} = 0$$

$$\text{Risiko1} = \sqrt{A_4^2 + A_{27}^2 + A_{30}^2} = \sqrt{0.29^2 + 0.29^2 + 0.07^2} = 0.89$$

$$\text{Risiko2} = \sqrt{A_6^2} = \sqrt{0.44^2} = 0.44$$

$$\text{Risiko3} = \sqrt{A_{29}^2} = \sqrt{0.07^2} = 0.07$$

$$\text{Risiko4} = 0$$

Setelah diperoleh nilai RSS untuk setiap *linguistic variable*, hasil diagnosa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 4.

$$\begin{aligned} \text{Hasil diagnosis} &= \frac{(0 \times 0.5) + (0.89 \times 1) + (0.44 \times 2) + (0.07 \times 3) + (0 \times 3.5)}{(0 + 0.89 + 0.44 + 0.07 + 0)} \\ &= 1.41 \approx 1 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh hasil diagnosa bahwa pasien tersebut didiagnosa mengidap penyakit jantung "Risiko 1". Tampilan hasil diagnosa pada aplikasi *web* dapat dilihat pada gambar 16.

Hasil Diagnosis

Saat ini anda berada pada tingkat **Risiko 1** penyakit jantung
 *Penderita penyakit jantung pada risiko ini tidak memiliki batasan aktifitas fisik.
 Aktifitas biasa tidak akan menimbulkan keluhan pada penderita.*



Gambar 16. Antarmuka aplikasi web “Diagnosa Penyakit Jantung” untuk hasil diagnosa

Akurasi sistem yang dikembangkan pada penelitian ini akan dianalisis dengan menggunakan tes sensitivitas, spesifisitas dan akurasi. *Confusion matrix* hasil diagnosa dapat dilihat pada tabel 11.

- *True Positive* (TP) adalah pasien sehat dengan benar didiagnosa sebagai pasien sehat.
- *False Positive* (FP) adalah pasien penyakit jantung salah didiagnosa sebagai pasien sehat.
- *True Negative* (TN) adalah pasien penyakit jantung dengan benar didiagnosa sebagai pasien penyakit jantung.
- *False Negative* (FN) adalah pasien sehat salah didiagnosa sebagai pasien penyakit jantung.

Tabel 11. *Confusion matrix* hasil diagnosa

| | Sehat | Tidak Sehat |
|----------------------------|---------|-------------|
| Hasil Diagnosa Sehat | 53 (TP) | 30 (FP) |
| Hasil Diagnosa Tidak Sehat | 6 (FN) | 11 (TN) |

- Tes sensitivitas adalah tes untuk mengidentifikasi kondisi yang sehat didiagnosa sehat.

$$\text{Sensitivitas} = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% = \frac{53}{53 + 6} \times 100\% = 89.83\%$$

- Tes spesifisitas adalah tes untuk mengidentifikasi kondisi yang tidak sehat juga didiagnosa tidak sehat.

$$\text{Spesifisitas} = \frac{TN}{FP + TN} \times 100\% = \frac{11}{30 + 11} \times 100\% = 73.17\%$$

- Akurasi adalah tes untuk membandingkan jumlah yang didiagnosa benar dengan seluruh jumlah data yang diujikan.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah yang didiagnosis benar}}{\text{Jumlah seluruh data yang diuji}} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{64}{100} \times 100\% = 64\%$$

4. PENUTUP

Penelitian ini telah mengembangkan sebuah sistem web pengambilan keputusan menggunakan logika fuzzy untuk mendiagnosa penyakit jantung. Akurasi yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 64% dengan tingkat sensitivitas sebesar 89.83% dan spesifisitas sebesar 73.17%.

Dari evaluasi tersebut, pendekatan logika fuzzy ini masih harus ditingkatkan lagi untuk dapat digunakan secara optimal. Dibutuhkan aturan-aturan yang lebih mendalam untuk dapat menghasilkan diagnosa penyakit jantung dengan benar.

Penentuan linguistic variable, fungsi keanggotaan dan aturan pada logika fuzzy sering kali membutuhkan waktu yang lama dan sulit untuk menangani situasi yang baru. Penulis mengusulkan untuk menerapkan konsep neural network untuk menghasilkan fungsi keanggotaan dan aturan secara otomatis pada sistem logika fuzzy. Diharapkan penggabungan neural network dan logika fuzzy dapat mengotimalkan hasil diagnosa suatu penyakit.

REFERENCES

- [1] Samuel. o.w., Omisore, M.O., Ojokoh, B.A. "A Web Based Decision Support System Driven by Fuzzy Logic for The Diagnosa of Typhoid Fever." *Expert System with Applications*. 40.40(2013):4164-4171.
- [2] Ojokoh, B.A., Omisore, M.O., Samuel, O.W. "A Fuzzy Logic Based Personalized Recommender System." *Pediatric Infectious Disease Journal*. 2.5. (2012): 1008-1015.
- [3] Adeli, Ali dan Mehdi Neshat. "A Fuzzy Expert System for Heart Disease Diagnosa." *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*. 1 (2010): 1-6.
- [4] Robert Detrano dan M.D & PhD, V.A. Medical Center, Long Each and Cleveland Clinic Foundation. www.archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Heart+Disease (diakses pada tanggal 26 April 2014).
- [5] Heart Failure Society of America. NYHA Classification – The Stages of Heart Failure. http://www.abouthf.org/questions_stages.htm (diakses pada tanggal 26 April 2014).