

Diagnosa Penyakit Jantung Koroner Pada Pasien Dengan Menggunakan Fuzzy Inference System

Muhamad Paisal Hanip¹, Danang Triantoro Murdiansyah², Annisa Aditsania³

^{1,2}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹hanifizzo.student.telkomuniversity.ac.id, ²danangtri@telkomuniversity.ac.id, ³aditsania@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Penyakit Jantung Koroner (PJK) merupakan keadaan dimana terjadi penimbunan plak pembuluh darah koroner. Hal ini menyebabkan arteri koroner menyempit atau tersumbat. Arteri koroner merupakan arteri yang menyuplai darah ke otot jantung dengan membawa oksigen yang banyak. Penelitian ini menggunakan sistem fuzzy untuk mendiagnosa tingkat keparahan penyakit jantung koroner. Variabel input yang digunakan dalam penelitian yaitu Usia, Jenis kelamin, Tipe nyeri dada, Tekanan darah, Kolesterol, Gula darah, Restecg, Thalach, Nyeri dada, Oldpeak, Slope, Ca, Thal, Diagnosa. Dalam pembuatan sistem digunakan 90 data yang kemudian dibagi menjadi 2 jenis data yaitu 70 data training dan 20 data testing. Hasil dari penelitian tentang aplikasi sistem fuzzy untuk diagnosa penyakit jantung koroner yaitu diperoleh tingkat keakuratan pada metode defuzzifikasi centroid sebesar 92,8% untuk data training dan 90% untuk data testing, sedangkan untuk metode defuzzifikasi MOM diperoleh tingkat keakuratan data training sebesar 85,7% dan data testing sebesar 90%. Berdasarkan hasil penelitian, dapat dikatakan bahwa metode defuzzifikasi centroid lebih baik dibanding sistem defuzzifikasi MOM untuk sistem diagnosa penyakit jantung koroner, sehingga, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan sistem fuzzy dengan defuzzifikasi centroid, kemungkinan benar dalam mendiagnosa Penyakit Jantung Koroner (PJK) sebesar 92,8%.

Kata kunci : penyakit,jantung koroner,fuzzy,centroid,MOM,defuzzifikasi

Abstract

Coronary Heart Disease (CHD) is a condition where there is accumulation of coronary artery plaque. This causes the coronary arteries to narrow or become blocked. Coronary arteries are arteries that supply blood to the heart muscle by carrying large amounts of oxygen. This study uses a fuzzy system to diagnose the severity of coronary heart disease. Input variables used in the study are age, sex, cp, trestbps, chol, fbs, restecg, thalach, exang, oldpeak, slope, ca, thal. In making the system used 90 data which is then divided into 2 types of data, namely 70 training data and 20 testing data. The results of the research on the application of fuzzy systems for the diagnosis of coronary heart disease are obtained the level of accuracy in the centroid defuzzification method of 92.8% for training data and 90% for testing data, while for the MOM defuzzification method the training data accuracy rate is 85.7% and data testing of 90%. Based on the results of the study, it can be said that the centroid defuzzification method is better than the MOM defuzzification system for the coronary heart disease diagnosis system, so, it can be concluded that by using a fuzzy system with centroid defuzzification, it is likely correct in diagnosing Coronary Heart Disease (CHD) 92.8%.

Keywords : disease, coronary heart, fuzzy, centroid, MOM, defuzzification

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Penyakit jantung koroner (PJK) merupakan penyebab kematian nomor satu secara global. Setiap tahunnya, lebih banyak orang meninggal karena penyakit jantung koroner (PJK) dari pada penyakit lainnya. Diperkirakan 17,3 juta orang meninggal akibat penyakit jantung koroner pada tahun 2008, ini mewakili 30% dari semua kematian secara global. Dari kasus kematian ini, diperkirakan 7,3 juta terjadi karena penyakit jantung koroner dan 6,2 juta karena stroke. Lebih dari 80% kematian akibat penyakit jantung koroner (PJK) terjadi di negara berpenghasilan menengah ke bawah dan terjadi seimbang antara laki-laki dan perempuan. Program pencegahan penyakit jantung koroner di negara miskin dan berkembang tidak sebanding dengan negara maju, akibatnya angka kematian di negara miskin dan berkembang lebih tinggi dibanding negara maju. Resiko kematian penderita penyakit jantung koroner dapat menurun dengan kombinasi obat-obatan dan penanganan yang tepat (WHO, 2013).

Penelitian terdahulu yang pernah dilakukan diantaranya, penelitian oleh Hani Nurhayati dan Fressy Nugroho tentang Implementasi Fuzzy Expert System Untuk Diagnosis penyakit Jantung, Ali Adeli, Mehdi Nehsat (2010)[2] tentang pendiagnosaan pasien terkena penyakit jantung stadium 0 (normal) hingga stadium 4, sistem analisa menggunakan inferensi fuzzy mamdani. Penelitian yang dilakukan oleh Persi Pamela I, Gayathri P, dan N. Jaisankar (2013) [11] tentang tehnik optimasi fuzzy untuk diagnosa penyakit jantung menggunakan algoritma pohon pembangkit keputusan, input yang digunakan sebanyak 14 dan menghasilkan 2 output. Penelitian yang dilakukan oleh Manisha Barman dan J Pal Choudhury (2012) [12] tentang sistem aturan basis fuzzy untuk diagnosa penyakit jantung, input yang digunakan sebanyak 6 dengan menghasilkan 3 output, yaitu status penyakit jantung ringan dan berat, metode yang digunakan yaitu sistem basis fuzzy.

Dalam penelitian ini akan dilakukan diagnosa untuk penyakit jantung koroner (PJK) menggunakan sistem fuzzy Mamdani dengan defuzzifikasi centroid dan Mean of Maximum (MOM). Data pasien yang diperoleh sebanyak 90 data, dimana data tersebut terdiri dari hasil pemeriksaan pasien, gejala dan hasil laboratorium. Berdasarkan data yang diperoleh akan dilakukan diagnosa menggunakan sistem fuzzy untuk mendapatkan hasil diagnosa yaitu penyakit jantung stadium 1, stadium 2, stadium 3 dan diperoleh tingkat keakuratan pada metode defuzzifikasi centroid sebesar 92,8% untuk data training dan 90% untuk data testing, sedangkan untuk metode defuzzifikasi MOM diperoleh tingkat keakuratan data training sebesar 85,7% dan data testing sebesar 90%

rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan fuzzy inference system untuk diagnosis penyakit jantung koroner?
2. Bagaimana performa fuzzy inference system untuk mendiagnosis penyakit jantung koroner?

Dalam penelitian ini akan dilakukan diagnosa untuk penyakit jantung koroner (PJK) menggunakan sistem fuzzy Mamdani dengan defuzzifikasi centroid dan Mean of Maximum (MOM). Data pasien yang diperoleh sebanyak 90 data, dimana data tersebut terdiri dari hasil pemeriksaan pasien, gejala dan hasil laboratorium. Berdasarkan data yang diperoleh akan dilakukan diagnosa menggunakan sistem fuzzy untuk mendapatkan hasil diagnosa yaitu tingkat stadium penyakit jantung koroner yaitu stadium 1, stadium 2 dan stadium 3

tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan fuzzy inference system untuk mendiagnosis penyakit jantung koroner.
2. Menganalisis performa fuzzy inference system dalam mendiagnosis penyakit jantung koroner.

Topik dan Batasannya

Dalam penelitian ini akan dilakukan diagnosa untuk penyakit jantung koroner (PJK) menggunakan sistem fuzzy Mamdani dengan defuzzifikasi centroid dan Mean of Maximum (MOM). Data pasien yang diperoleh sebanyak 90 data, dimana data tersebut terdiri dari hasil pemeriksaan pasien dan gejalanya, Berdasarkan data yang diperoleh akan dilakukan diagnosa menggunakan sistem fuzzy untuk mendapatkan hasil diagnosa yaitu penyakit jantung stadium 1, stadium 2 dan stadium 3.

Adapun batasan-batasan masalah yang telah ditentukan, yaitu:

1. Data set yang digunakan adalah data 90 pasien penyakit jantung koroner dari [1]
2. Data sistem fuzzy yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sistem fuzzy mamdani.
3. Defuzzifikasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu defuzzifikasi *centroid* dan *Mean of Maximum* (MOM).
4. Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah pendekatan fungsi kurva Gauss.
5. Istilah penyakit jantung koroner stadium 1 menjadi PJK 1, Istilah penyakit jantung koroner stadium 2 menjadi PJK 2, Istilah penyakit jantung koroner stadium 3 menjadi PJK 3.

Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah Mengimplementasikan *fuzzy inference system* untuk mendiagnosis penyakit koroner dan Menganalisis performa fuzzy inference system dalam mendiagnosis penyakit jantung koroner.

Tabel 1. Keterkaitan antara tujuan, pengujian dan kesimpulan

No	Tujuan	Pengujian	Kesimpulan
1	Implementasi fuzzy terhadap penyakit	Percobaan algoritma fuzzy logic	kesimpulan 1
2	Menganalisis performa fuzzy	Mebandingkan data asli dengan data sistem	Kesimpulan 2

2. Studi Terkait

Penyakit Jantung Koroner

Penyakit ini terjadi akibat adanya penyumbatan pada pembuluh darah arteri, sehingga aliran darah tak lancar dan mengakibatkan otot-otot jantung tidak menerima oksigen dan nutrisi lainnya. Kondisi tersebut menyebabkan otot-otot jantung tak berfungsi dengan baik dalam melakukan tugasnya untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Sehingga, ketika otot jantung berhenti memompa maka akan timbul komplikasi, yaitu serangan jantung.

Himpunan Fuzzy

Teori himpunan logika fuzzy dikembangkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Zadeh berpendapat bahwa logika benar dan salah dalam logika konvensional tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang berada pada dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi yang tidak terhingga tersebut, Zadeh mengembangkan sebuah himpunan fuzzy. Tidak seperti logika Boolean, logika fuzzy mempunyai nilai yang kontinu. Samar dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu semua dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama [4].

Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut [4]. yaitu :

- Linguistik, yaitu penamaan suatu himpunan yang memiliki satu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami. Contoh : muda, paruh baya, tua.
- Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy [4] yaitu:

a. Variabel Fuzzy

Variabel fuzzy merupakan variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contoh : variabel fuzzy yang akan dibahas adalah jenis kelamin, usia, denyut nadi, dan sebagainya.

b. Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy. Contoh : Pada variabel denyut nadi terbagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu rendah, normal, dan tinggi.

c. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan atau universal adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Contoh : Semesta pembicaraan untuk variabel usia adalah [45,130].

d. Domain

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Contoh : Domain untuk himpunan fuzzy denyut nadi adalah rendah = [55,60], normal = [61,100], tinggi = [101,130].

Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input kedalam derajat keanggotaan. Pendekatan fungsi merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan derajat keanggotaan.

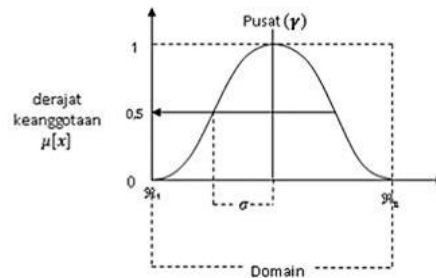
Fungsi keanggotaan fuzzy set adalah suatu fungsi dengan domain universal set dan range interval [0,1], fungsi ini bisa kontinu bisa pula diskrit, bila fungsi keanggotaan fuzzy set diskrit himpunannya juga bisa diskrit.

Kurva Gauss merupakan kurva berbentuk lonceng dengan derajat keanggotaan 1 terletak pada pusat dengan domain , dan lebar kurva σ seperti pada gambar berikut:

$$G(x; \sigma, \gamma) = e^{-\frac{(x-\gamma)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

$G(x, \sigma, \gamma) = \text{fungsi keanggotaan kurva - Gauss}$
 $x = \text{Fungsi keanggotaan } x$
 $\sigma = \text{lebar kurva gauss}$
 $\gamma = \text{pusat kurva}$

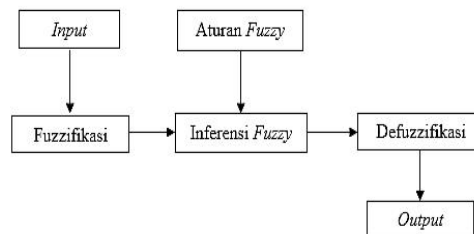
Gambar 2 merupakan grafik fungsi keanggotaan representasi kurva Gauss



Gambar 1 Representasi Kurva Gauss

Cara Kerja Logika Fuzzy

Susunan sistem fuzzy dapat digambarkan pada diagram berikut:



Gambar 2 Susunan Sistem Fuzzy [8]

Berdasarkan Gambar 2.6, langkah-langkah dalam sistem fuzzy adalah sebagai berikut:

a. Menentukan Input dan Output

Input merupakan variabel/data yang akan dimasukkan pada suatu sistem untuk memperoleh sistem. Output merupakan hasil dari keluaran atau kesimpulan dari input pada suatu sistem.

b. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi yaitu pemetaan dari himpunan tegas (sesuatu yang bernilai pasti) ke himpunan fuzzy (sesuatu yang bernilai samar) dengan suatu fungsi keanggotaan. Dengan kata lain proses fuzzifikasi merupakan proses untuk mengubah variabel non-fuzzy menjadi variabel fuzzy dengan suatu fungsi keanggotaan.

c. Menentukan Aturan Fuzzy

Sebuah pengetahuan aturan fuzzy dipresentasikan dalam aturan fuzzy Jika-Maka. Sebuah pengetahuan aturan fuzzy dipresentasikan dalam aturan fuzzy Jika-Maka. Aturan Jika-Maka dapat dipresentasikan pada beberapa variabel anteseden dan satu variabel konsekuen dengan operator AND atau operator OR. Aturan dapat dinyatakan sebagai berikut [8].

e. Melakukan Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah komponen penting dalam pemodelan sistem fuzzy. Defuzzifikasi digunakan untuk menghasilkan nilai variabel solusi yang diinginkan dari suatu daerah konsekuen fuzzy [9].

f. Menentukan Tingkat Keberhasilan

Tingkat keberhasilan suatu sistem dapat diukur dari nilai Accuracy. Accuracy merupakan ukuran ketepatan/kedekatan hasil pemodelan dengan kenyataannya (persoalan yang sebenarnya). Nilai akurasi dapat dihitung dengan rumus berikut [10].

$$Accuracy = \frac{\text{Data yang benar}}{\text{Data keseluruhan}} \times 100\% \quad (2)$$

3. Sistem yang Dibangun

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan metode studi literatur. Pada penelitian ini data diperoleh dari hasil rekam medis yang telah dikumpulkan pihak *Cleveland Clinic Foundation* [1].

Sampel dan Populasi

Sampel yang diambil pada penelitian ini merupakan data pasien penyakit jantung koroner dengan catatan informasi data yang lengkap. Sampel yang akan digunakan pada penelitian ini adalah 90 pasien yang diperoleh dari *Cleveland Clinic Foundation* [1].

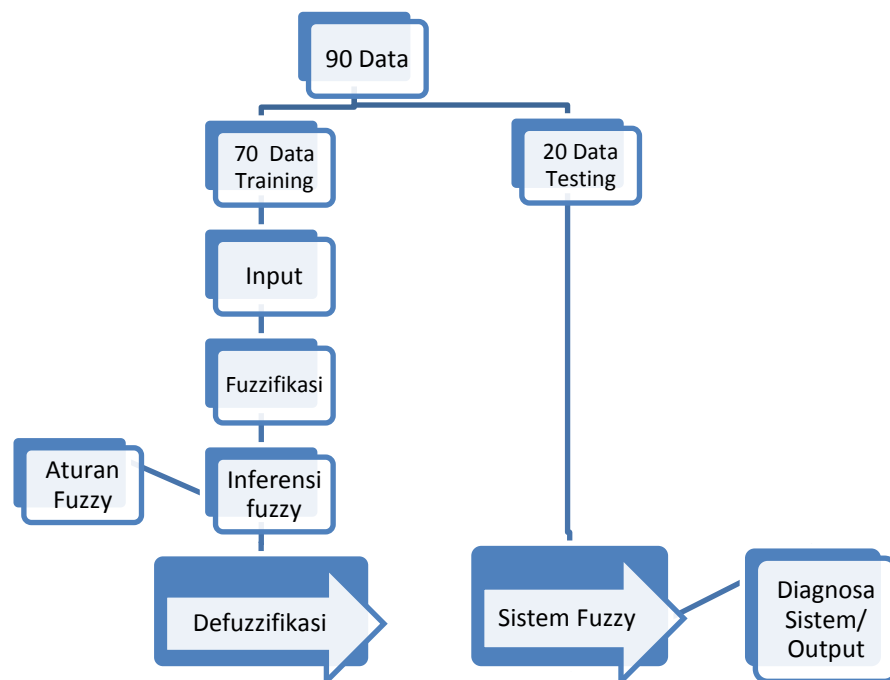
Jenis dan Sumber Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini merupakan data sekunder internal, karena pada penelitian ini data yang diperoleh merupakan hasil kumpulan data yang telah dikumpulkan pihak *Cleveland Clinic Foundation* [1].

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan membagi data menjadi 2 yaitu data training dan data testing. Data training digunakan untuk membangun sistem dan data testing digunakan untuk menentukan validasi sistem. Tahapan – tahapan yang dilakukan yaitu :

1. Identifikasi data PJK (menentukan input dan output).
2. Menentukan himpunan universal dan himpunan fuzzy.
3. Menentukan aturan fuzzy.
4. Melakukan defuzzifikasi.
5. Melakukan perbandingan output dan hasil diagnosa asli.
6. Menghitung tingkat keakuratan sistem. Secara singkat prosedur penelitian dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3 Flowchart sistem fuzzy Untuk PJK

a. Identifikasi Data PJK

Data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 90 pasien, yang kemudian dibagi menjadi 2 jenis data yaitu data training dan data testing. Dalam menentukan data training dan data testing Proses menemukan solusi untuk masalah dengan mencoba berbagai kemungkinan solusi dan belajar dari kesalahan sampai cara ditemukan, sehingga digunakan data training sebanyak 70 pasien dan data testing sebanyak 20 pasien. Data tersebut terdiri dari 13 atribut dan 3 output.

b. Input

Input yang digunakan pada penelitian ini digunakan 13 atribut yaitu Usia, Jenis kelamin, Tipe nyeri dada, Tekanan, darah, Kolesterol, Gula darah, Restecg, Thalach, Nyeridada, Oldpeak, Slope, Ca, Thal.

c. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan tahap pertama dari proses inferensi fuzzy. Pada tahap ini data masukan diterima dan sistem menentukan nilai fungsi keanggotaannya serta mengubah variabel linguistik (variabel non fuzzy) menjadi Variable numerik (variabel fuzzy).

d. Inferensi fuzzy

Metode Inferensi yang digunakan dalam diagnosa penyakit jantung koroner ini adalah metode Mamdani atau sering dikenal sebagai metode Max-min. Berdasarkan aturan fuzzy yang akan dibuat, akan digunakan 70 aturan. Hasil fuzzifikasi kemudian digunakan untuk inferensi fuzzy dengan menggunakan metode Mamdani dengan menggunakan fungsi implikasi MIN. Fungsi MIN digunakan karena pada aturan jika-maka, operator yang digunakan pada antisenden adalah AND (\cap). Pada operator AND, untuk memperoleh hasil implikasi maka diambil elemen yang mempunyai derajat keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan yang bersangkutan.

e. Defuzzifikasi

Output yang dihasilkan dari proses inferensi fuzzy merupakan satu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy. Defuzzifikasi ini bertujuan untuk mendapatkan nilai tegas pada output. Pada penelitian ini akan menggunakan metode defuzzifikasi Centroid dan metode defuzzifikasi MOM. Menurut [8].

f. Output

Output yang dihasilkan adalah hasil diagnosa berdasarkan input yang ditentukan. Hasil diagnosa untuk penelitian ini adalah PJK tipe 1, PJK tipe 2, dan PJK tipe 3.

4. Evaluasi

4.1 Hasil Pengujian

Dalam penyusunan penerapan logika fuzzy mamdani untuk menentukan penyakit jantung coroner ini penulis melakukan beberapa langkah untuk mendapatkan data yang valid dalam penyusunannya. Hal tersebut dilakukan untuk mendapat output PJK yang di harapkan. Setelah di lakukan perhitungan dan percobaan, maka di dapatilah cara untuk mendiagnosa PJK dengan menggunakan metode fuzzy mamdani.

Menentukan Himpunan Fuzzy

Data yang diperoleh dari hasil penelitian merupakan himpunan tegas. Himpunan tegas tersebut diubah kedalam himpunan fuzzy dengan menggunakan fungsi keanggotaan adalah pendekatan fungsi kurva Gauss. Berdasarkan data yang diperoleh serta sumber informasi tentang range setiap atribut dari [2].

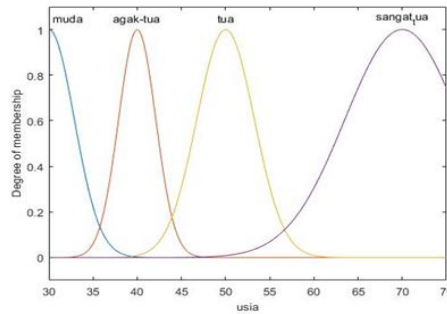
Atribut Seperti jenis kelamin, tipe nyeri dada, gula darah, restecg, nyeri dada, slope, ca, dan output digunakan pusat domain sebagai berikut [5].

Maka himpunan fuzzy ditentukan sebagai berikut :

1. Fungsi keanggotaan untuk usia:

No	Fuzzy Sets	Range
1	Muda	<38
2	Agak Tua	33-45
3	Tua	40-58
4	Sangat Tua	>52

Tabel 1 Klasifikasi Umur



Gambar 4 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Usia dengan $U=[30,75]$.

2. Fungsi keanggotaan untuk usia:

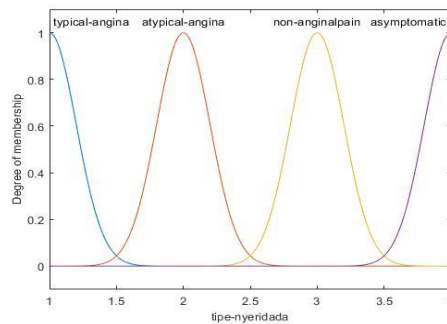
No	Fuzzy Sets	Pusat Domain
1	Perempuan	0
2	Laki-Laki	1

Tabel 2 Klasifikasi Usia

3. Fungsi keanggotaan untuk Tipe nyeri dada :

No	Fuzzy Sets	Pusat Domain
1	Typical Angina	1
2	Atypical angina	2
3	Non-Anginal Pain	3
	Asymptomatic	4

Tabel 3 Klasifikasi Tipe Nyeri Dada

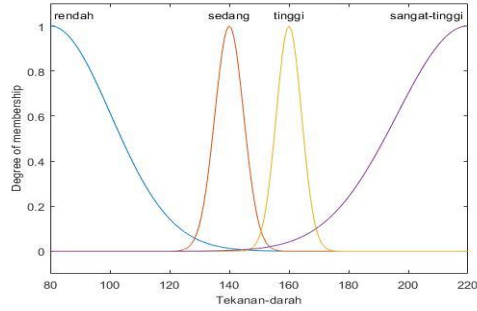


Gambar 5 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel tipe nyeri dada dengan $U=[1,4]$.

4. Fungsi keanggotaan untuk tekanan darah:

No	Fuzzy Sets	Range
1	Rendah	<134
2	Sedang	127-153
3	Tinggi	142-172
	Sangat Tinggi	>154

Tabel 4 Klasifikasi Tekanan Darah

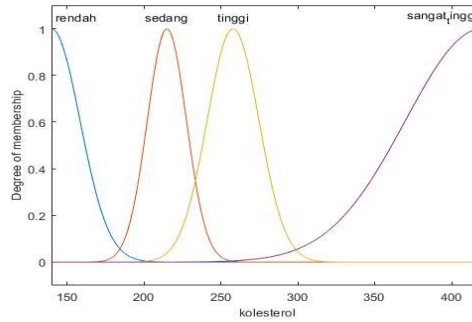


Gambar 6 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel tekanan darah dengan $U=[80,220]$

5. Fungsi keanggotaan untuk kolesterol:

No	Fuzzy Sets	Range
1	Rendah	<197
2	Sedang	188-250
3	Tinggi	217-307
	Sangat Tinggi	>281

Tabel 5 Klasifikasi Kolesterol

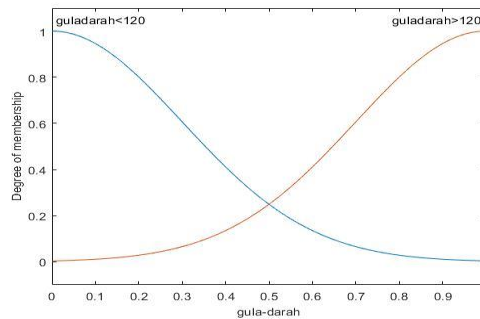


Gambar 7 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Kolesterol dengan $U=[140,420]$

6. Fungsi keanggotaan untuk gula darah:

No	Fuzzy Sets	Pusat Domain
1	Gula Darah > 120	0
2	Gula Darah < 120	1

Tabel 6 Klasifikasi Gula Darah

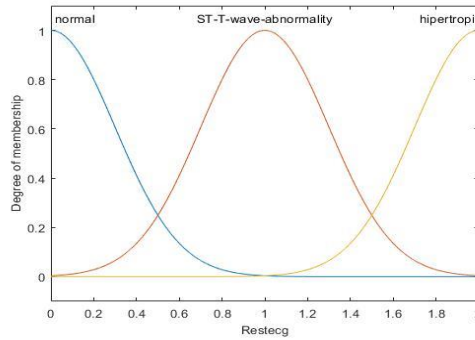


Gambar 8 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel gula darah dengan $U=[0,1]$

7. Fungsi keanggotaan untuk restecg:

No	Fuzzy Sets	Pusat Domain
1	Normal	0
2	ST-T wave Abnormality	1
3	Hipertropi	2

Tabel 7 Klasifikasi Restecg

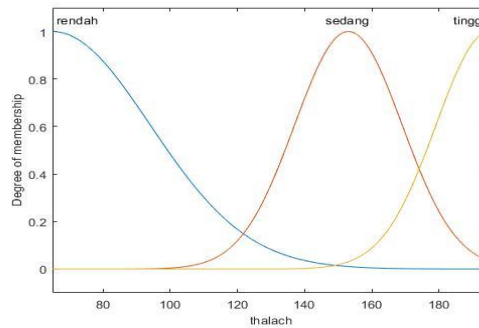


Gambar 9 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Restecg dengan $U=[0,2]$

8. Fungsi keanggotaan untuk thalach:

No	Fuzzy Sets	Range
1	Rendah	<141
2	Sedang	111-194
3	Tinggi	>152

Tabel 8 Klasifikasi Thalach

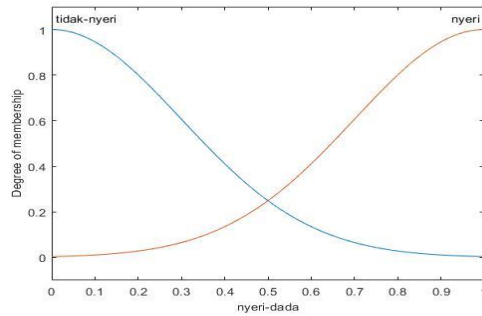


Gambar 10 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Thalach dengan $U=[65,195]$

9 Fungsi keanggotaan untuk nyeri dada:

No	Fuzzy Sets	Pusat Domain
1	Nyeri	0
2	Tidak Nyeri	1

Tabel 9 Klasifikasi Nyeri Dada

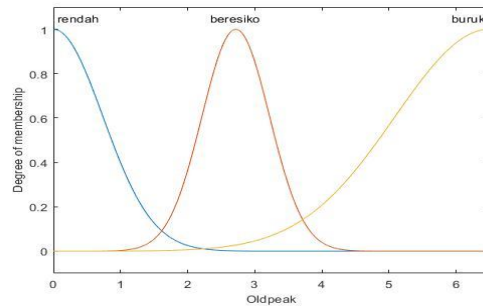


Gambar 11 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Nyeri Dada dengan $U=[0,1]$

10. Fungsi keanggotaan untuk oldpeak:

No	Fuzzy Sets	Range
1	Rendah	<2
2	Sedang	1.5-4.2
3	Tinggi	>2.55

Tabel 10 Klasifikasi Oldpeak

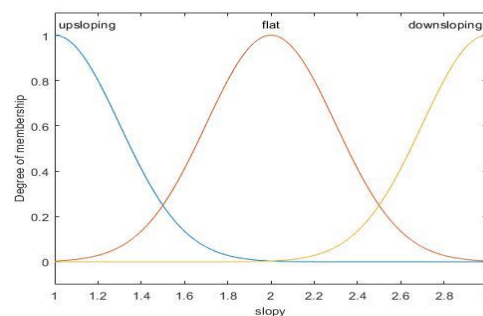


Gambar 12 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Thalach dengan $U=[65,195]$

11. Fungsi keanggotaan untuk slope:

No	Fuzzy Sets	Pusat Domain
1	Upsloping	1
2	Flat	2
3	Downsloping	3

Tabel 11 Klasifikasi Slope

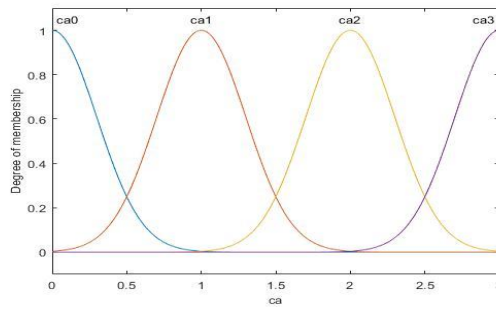


Gambar 13 Grafik Fungsi Keanggotaan Slope dengan $U=[1,3]$

12. Fungsi keanggotaan untuk ca:

No	Fuzzy Sets	Pusat Domain
1	Ca1	0
2	Ca2	1
3	Ca3	2
4	Ca4	3

Tabel 12 Klasifikasi Ca

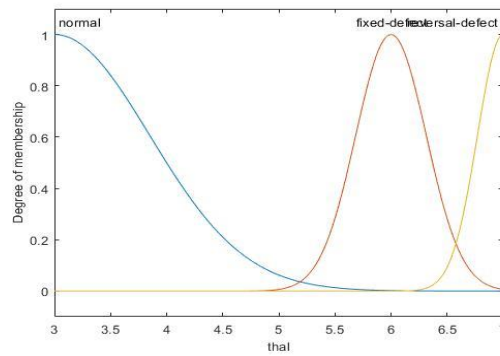


Gambar 14 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel ca dengan U=[1,3]

13. Fungsi keanggotaan untuk thal:

No	Fuzzy Sets	Range
1	Normal	<5.5
2	Fixed defect	5-7
3	Reversal defect	>6.2

Tabel 13 Klasifikasi Thal

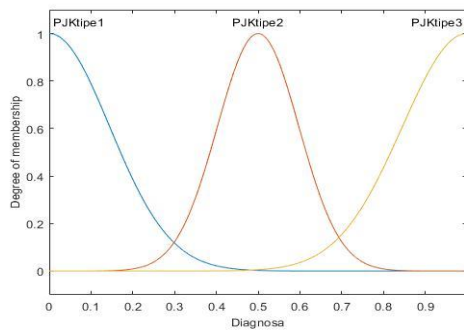


Gambar 15 Grafik Fungsi Keanggotaan Slope dengan U=[3,7]

14. Fungsi keanggotaan untuk output :

No	Fuzzy Sets	Pusat Domain
1	PJK 1	0
2	PJK 2	0.5
3	PJK 3	1

Tabel 14 Klasifikasi Output



Gambar 16 Grafik Fungsi Keanggotaan Output dengan U=[0,1]

Menentukan Aturan Fuzzy Data Training

Aturan fuzzy yang dibentuk memiliki keterkaitan antara himpunan fuzzy yang satu dengan yang lainnya. Data yang akan digunakan dalam penelitian ini sebanyak 90 data, yang kemudian dibagi menjadi 2 jenis data yaitu data 70 training dan 20 data testing

Menentukan Rule Fuzzy Data Training

no	Rule
1	<i>If sangat tua and perempuan and asymptomatic and sedang and tinggi and kurang and hipertropi and sedang and tidak beresiko and downsloping and ca2 and normal then PJK3</i>
...	...
12	<i>If tua and laki-laki and non anginal pain and rendah and sedang and kurang and normal and sedang and tidak beresiko and flat and ca3 and reversal defect then PJK3</i>
13	<i>If agak tua and laki-laki and asymptomatic and rendah and sedang and kurang and normal and sedang and tidak rendah and flat and ca0 and reversal defect then PJK2</i>
...	...
51	<i>If tua and laki-laki and non anginal pain and sedang and sedang and kurang and normal and sedang and tidak rendah and flat and ca1 and reversal defect then PJK2</i>
52	<i>If agak tua and laki-laki and asymptomatic and rendah and rendah and kurang and hipertropi and sedang and tidak rendah and upsloping and ca0 and reversal defect then PJK1</i>
...	...
70	<i>If sangat tua and laki-laki and asymptomatic and rendah and tinggi and kurang and hipertropi and rendah and tidak rendah and upsloping and ca2 and reversal defect then PJK1</i>

Tabel 1 Himpunan Fuzzy Data Training

4.3. Sistem Fuzzy Menggunakan Matlab

Pada penelitian ini digunakan MATLAB R2017b, Untuk merancang sistem fuzzy dan membuat derajat anggota himpunan fuzzy agar mendapatkan hasil hasil defuzzifikasi

4.2. Hasil Diagnosa

1. Perbandingan Hasil Diagnosa

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka perbandingan hasil diagnosa yang diperoleh dalam penelitian dan hasil dagnosa menggunakan system fuzzy adalah:

a. Hasil Diagnosa Data Training

Data Training dengan Defuzzifikasi Centroid

no	y*	Diagnosa sistem	Diagnosa asli
1	0.4	PJK2	PJK2
...
70	0.6	PJK2	PJK2

Tabel 2 Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi Centroid

Data Training dengan Defuzzifikasi MOM

no	y*	Diagnosa sistem	Diagnosa asli
1	0.4	PJK2	PJK2
...
70	0.6	PJK2	2

Tabel 3 Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi MOM

b. Hasil Diagnosa Data Testing

Data Testing dengan Defuzzifikasi Centroid

no	y*	Diagnosa sistem	Diagnosa asli
1	0.2	PJK1	PJK1
...
20	0.5	PJK2	PJK2

Tabel 4 Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi Centroid

Data Testing dengan Defuzzifikasi MOM

no	y*	Diagnosa sistem	Diagnosa asli
1	0.2	PJK1	PJK1
...
20	0.5	PJK2	PJK2

Tabel 5 Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi Centroid**4.3. Tingkat Keberhasilan**

Tingkat keberhasilan dilihat dari hasil perbandingan yang telah dilakukan sebelumnya.

a. Tingkat Keberhasilan Pada Data Training

1. Metode Defuzzifikasi Centroid

$$accuracy = \frac{65}{70} \times 100 = 92,8\%$$

2. Metode Defuzzifikasi MOM

$$accuracy = \frac{80}{90} 100\% = 85.7\%$$

b. Tingkat Keberhasilan Pada Data Testing

1. Metode Defuzzifikasi Centroid

$$accuracy = \frac{18}{20} \times 100 = 90\%$$

2. Metode Defuzzifikasi Centroid

$$accuracy = \frac{18}{20} \times 100 = 90\%$$

Berdasarkan hasil ke akurasion antara defuzzifikasi centroid dan defuzzifikasi MOM menunjukkan bahwa metode defuzzifikasi centroid lebih baik dibandingkan model defuzzifikasi MOM untuk digunakan pada model diagnosa penyakit jantung koroner. Jadi tingkat kebenaran sistem dalam mendiagnosa PJK seorang pasien untuk metode centroid sebesar 92,8%..

5. Kesimpulan dan Saran**Kesimpulan**

Pada penelitian ini diperoleh tingkat keakuratan untuk data *training* menggunakan defuzzifikasi *centroid* sebesar 92,8%, untuk data *training* menggunakan defuzzifikasi MOM sebesar 85,7%, Sedangkan untuk data *testing* menggunakan defuzzifikasi *centroid* diperoleh akurasi sebesar 90% dan akurasi untuk data *testing* menggunakan defuzzifikasi MOM sebesar 90%. Berdasarkan hasil akurasi yang diperoleh pada masing-masing metode dapat diperoleh bahwa sistem fuzzy dengan metode defuzzifikasi centroid lebih baik daripada sistem fuzzy dengan defuzzifikasi MOM untuk diagnosa penyakit jantung koroner. Jadi, tingkat kebenaran system dalam mendiagnosa PJK seorang pasien untuk metode centroid sebesar 92,8%.

Saran

Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan dokter dalam mendiagnosa penyakit jantung koroner, Untuk meningkatkan keakuratan sistem fuzzy dalam diagnosa penyakit jantung koroner perlu diteliti lagi tentang:

1. Menggunakan defuzzifikasi yang lain seperti metode *last of maximum* (LOM) atau bisector
2. Menambah variabel input yang belum ada dalam penelitian ini seperti: merokok, diabetes melitus, puasa, dll
3. Menggunakan sistem inferensi yang lain seperti Sugeno dan Tsukamoto.