

PERBANDINGAN DEFUZZIFIKASI CENTROID DAN MAXIMUM DEFUZZIFIER PADA METODE FUZZY INFERENCE SYSTEM UNTUK DIAGNOSIS PENYAKIT JANTUNG

Satia Suhada ¹⁾ Dwiza Riana ²⁾

¹⁾ Program Studi Sistem Informasi
Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri (STMIK Nusa Mandiri)
Jl. Veteran II, No. 20A. Sukabumi
<http://www.nusamandiri.ac.id>
satyasuhada@gmail.com

²⁾ Program Pascasarjana Magister Ilmu Komputer
Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri (STMIK Nusa Mandiri)
Jl. Salemba Raya No. 5 Jakarta Pusat
<http://www.nusamandiri.ac.id>

ABSTRACT

In the past decade, heart disease was ranked first of the highest cause of death in the world. As revealed by the World Health Organization (WHO), as many as 7.4 million people died every year due to this disease. Application of fuzzy logic is often used for several reasons, among them because of the underlying mathematical concepts of fuzzy reasoning is very simple and easy to understand, very flexible, has a tolerance of the data inappropriately. Basic fuzzy logic that is fuzzy set theory, in which the role of determining the existence of degrees of membership as elements in a set is absolutely essential. In addition the use of fuzzy logic in the current medical diagnosis is quite inflated. The main processes in the Mamdani fuzzy logic starts from the input whose value was changed into fuzzy sets, fuzzy inference, then defuzzification to return the fuzzy set into crisp output. The process of defuzzification has an important role, because different defuzzification methods will produce the set firmly. In this study compared defuzzifikasi centroid with maximum defuzzifier model mean of maxima. The results for diagnosis using the defuzzifikasi centroid has the accuracy rate of 90.3% and for defuzzifikasi mean of Maxima results of diagnosis is only 86,5%.

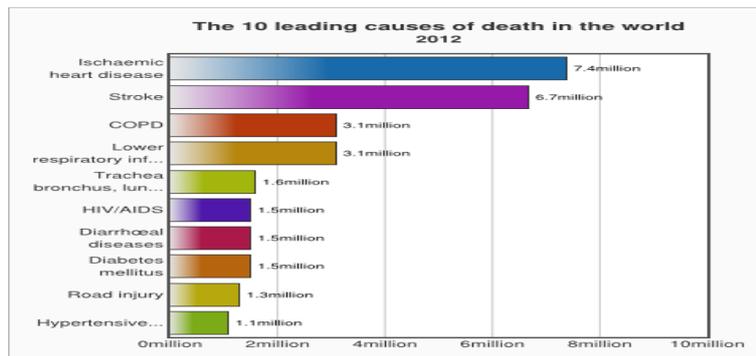
Keywords: Heart Disease, Fuzzy Inference System, Mamdani, Defuzzification

I. PENDAHULUAN

Profil kesehatan masyarakat di negara-negara berkembang telah mengalami perubahan yang cukup dramatis dalam satu dekade terakhir, dimana penyakit degeneratif kronik terutama penyakit jantung koroner dan stroke adalah yang paling tinggi prevalensinya dalam masyarakat serta berperan amat besar dalam angka kematian dan kecacatan (Departemen Kesehatan RI, 2007). Pada tahun 2008

diperkirakan sebanyak 17,3 juta kematian disebabkan oleh penyakit ini. Lebih dari 3 juta kematian tersebut terjadi sebelum usia 60 tahun. Diperkirakan pada tahun 2030 penyakit jantung koroner dan stroke akan terus meningkat mencapai 23,3 juta kematian (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2014).

Sumber: WHO update Mei 2014



Gambar 1.1. Grafik 10 Besar Penyebab Kematian di Dunia

Menurut data dari WHO, dalam satu dekade terakhir penyakit jantung menduduki peringkat pertama pada 10 besar penyebab kematian yang ada. Diikuti oleh stroke, infeksi saluran pernapasan, dan penyakit paru obstruktif kronik. Selain itu, penyakit tidak menular seperti penyakit jantung dan stroke mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan penyebab kematian lainnya dalam sepuluh tahun terakhir ini. Bahkan, jumlah penderita penyakit jantung di negara berkembang yang berpenghasilan menengah ke bawah cenderung sama dengan negara-negara yang memiliki penghasilan tinggi, dimana warganya memiliki gaya hidup yang berbeda.

Logika *fuzzy* merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing* yang bekerja dengan baik dalam menangani data yang tidak akurat. Dasar logika *fuzzy* yaitu teori himpunan *fuzzy*, dimana peranan derajat keanggotaannya sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Logika *fuzzy* seringkali digunakan karena beberapa alasan, diantaranya karena konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti, sangat fleksibel, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat dan logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks. Selain itu penggunaan logika *fuzzy* dalam diagnosis medis saat ini cukup meningkat (Pamela et al, 2013).

Berdasarkan uraian tersebut, dalam penelitian ini akan dilakukan diagnosis penyakit jantung menggunakan metode *Fuzzy Inference System* model Mamdani. Kemudian defuzzifikasi dalam model *fuzzy* mamdani menjadikan suatu pembeda dari hasil diagnosis. Maka dari itu dalam penelitian ini dilakukan perbandingan antara defuzzifikasi *centroid* dengan *maximum defuzzifier* model *mean of maxima (MOM)*. Data pasien penyakit jantung diperoleh dari data publik yang disediakan oleh *University of*

California Irvine machine Learning Data Repository (UCI Repository).

II. LANDASAN TEORI

A. Penyakit Jantung

Penyakit jantung adalah penyakit yang disebabkan gaya hidup. Berbagai faktor penyebab seperti diet yang buruk, merokok, kurang olahraga dan stres, mempunyai hubungan erat dengan kejadian penyakit ini. Menurut data dari berbagai rumah sakit, sejak tahun 1970 hingga kini angka kematian mendadak akibat kedaruratan jantung (*anvaal*), yang dalam bahasa medisnya disebut *infark miocard* akut, rata-rata 25% dari keseluruhan penyakit yang dialami penderita sakit jantung. Enam puluh persen dari jumlah itu mengalami kematian sebelum pertolongan pertama. Karenanya, mencegah dan mendeteksi sejak dini lebih aman dibandingkan dengan jika keadaan sudah parah (Wirjowidagdo & Sitanggang, 2008).

B. Logika Fuzzy

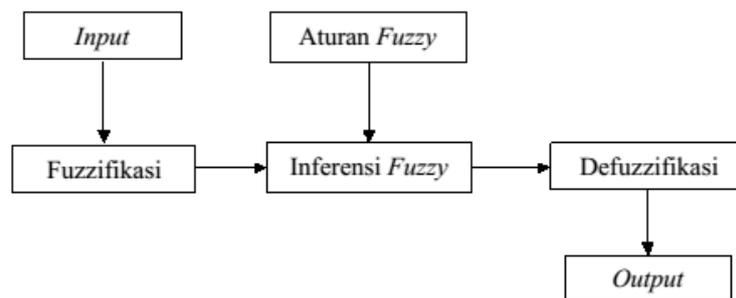
Menurut Cox (1994) didalam Kusumadewi & Purnomo (2010:2), ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika *fuzzy*, diantaranya:

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Karena logika *fuzzy* menggunakan dasar teori himpunan, maka konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* tersebut cukup mudah untuk dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat. Jika diberikan sekelompok data yang cukup homogen, dan kemudian ada beberapa data yang eksklusif, maka logika *fuzzy* memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif tersebut.

4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi non-linear yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. Dalam hal ini, sering dikenal dengan nama *Fuzzy Expert Systems* menjadi bagian terpenting.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional. Hal ini umumnya terjadi pada aplikasi di bidang teknik mesin maupun elektro.
7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami. Logika *fuzzy* menggunakan bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

C. Susunan Sistem Fuzzy

Susunan sistem *fuzzy* dapat digambarkan pada diagram berikut:



Sumber: Wang (1997:7)

Gambar 2.1. Susunan Sistem *Fuzzy*

Berdasarkan gambar tersebut, langkah langkah dalam sistem *fuzzy* adalah:

1. Menentukan Input dan Output
Input merupakan variabel/data yang akan dimasukan pada suatu sistem untuk memperoleh sistem.
Output merupakan hasil dari keluaran atau kesimpulan dari input pada suatu sistem.
2. 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. Melalui fungsi keanggotaan yang telah disusun maka nilai masukan tersebut menjadi informasi *fuzzy* yang selanjutnya akan digunakan untuk proses pengolahan secara *fuzzy*.
3. Menentukan aturan *fuzzy*
Sebuah pengetahuan aturan *fuzzy* dipresentasikan dalam aturan *fuzzy* Jika-Maka. Aturan *fuzzy* Jika-Maka dapat dipresentasikan dalam pernyataan berikut:
jika x is A, maka y is B
dengan A dan B menyatakan himpunan *fuzzy* dan "*x is A*" disebut anteseden (premis) sedangkan "*y is B*" disebut konsekuen (kesimpulan).
4. Melakukan inferensi *fuzzy*

Inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Metode yang biasa digunakan dalam melakukan inferensi adalah metode Max (Maximum).

5. Melakukan defuzzifikasi
Defuzzifikasi adalah komponen penting dalam pemodelan sistem *fuzzy*. Defuzzifikasi digunakan untuk menghasilkan nilai variabel solusi yang diinginkan dari suatu daerah konsekuen *fuzzy*.
6. Menentukan tingkat keberhasilan
Tingkat keberhasilan suatu sistem dapat diukur dari nilai *Accuracy*. *Accuracy* merupakan ukuran ketepatan/kedekatan hasil pemodelan dengan kenyataannya (persoalan yang sebenarnya). Menurut Loo & Rao (2005), nilai *accuracy* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Accuracy = \frac{\text{Total number of correctly diagnosed cases}}{\text{Total number of cases}}$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada dataset public yang diperoleh dari UCI Repository terdapat 13 atribut dari hasil ekstraksi 75 atribut yang digunakan dalam mendiagnosa penyakit jantung, yaitu: *age, sex, chest pain type, resting blood pressure, serum cholesterol dalam mg/dl, fasting blood sugar > 120 mg/dl, resting electrocardiographic result, maximum heart rate achieved, exercise induced angina, oldpeak, the slope of the peak exercise st segment, number of major vessel, dan thal*. Agar dapat lebih memahami setiap

atribut tersebut, dibutuhkan uraian singkat dari masing-masing atribut sebagai berikut:

A. Usia (AGE)

Penuaan dapat menyebabkan penurunan elastisitas dan pemenuhan *aorta* serta kekakuan arteri besar. Hal ini menyebabkan tekanan *sistolik* (fase antara bunyi jantung pertama dan bunyi jantung kedua) lebih tinggi dan meningkatkan *impedansi* penyebaran darah dari *ventrikel* kiri melalui sistem arteri dan pengiriman darah ke organ dan jaringan. Pembesaran ringan *ventrikel* kiri juga terjadi (Khan, 2005).

Menurut Nugroho (2006), kedewasaan dapat dibagi menjadi empat bagian, yaitu:

1. Fase Inventus (20 Tahun - 40 Tahun)
2. Fase Verilitas (40 Tahun - 50 Tahun)
3. Fase Prasenium (55 Tahun - 65 Tahun)
4. Fase Senium (Usia 65 Tahun hingga

tutup usia)

B. Jenis Kelamin (SEX)

Sebagian besar wanita terlindung dari resiko serangan jantung hingga usia 48 tahun karena status hormonal, kecuali yang memiliki kolesterol darah atau menderita diabetes. Gejala serangan jantung pada wanita dan pria tidak berbeda secara signifikan.

C. Nyeri Dada/Chest Pain Type (CPT)

Chest pain atau *angina* atau disebut juga *angine pectoris* yaitu nyeri dada atau ketidaknyamanan yang terjadi ketika jantung tidak mendapatkan darah dan oksigen yang dibutuhkan pada *angina*, kebutuhan akan peningkatan darah tidak terpenuhi dalam jangka waktu singkat. *Angina* dibagi menjadi empat, yaitu: *asymptomatic*, *atypical angina*, *non anginal pain*, dan *typical angina*.

Asymptomatic berarti pasien tanpa ada gejala nyeri dada, pada *typical angina* rasa tidak nyaman atau sakit terletak *subternally* dan sering menjalar yang dipicu oleh aktivitas atau emosi dan dapat hilang dengan beristirahat. *Atypical angina* terletak di dada kiri seperti ditusuk-tusuk, kadang-kadang terbatas pada daerah kecil dan terjadi berulang-ulang baik dalam jangka waktu yang singkat maupun berjam-jam (Gray et al, 2002).

D. Tekanan Darah/Resting Blood Pressure (RBP)

Tekanan darah atau "*Blood Pressure*" adalah kekuatan darah mendorong dinding arteri saat jantung memompa darah, jika tekanan darah terus meningkat dari waktu ke waktu dapat merusak tubuh dalam banyak hal. Tekanan darah dinyatakan dengan ukuran *sistolik* dan *diastolik*, tekanan *sistolik* mengacu pada tekanan darah ketika jantung berdetak atau pada saat terjadi kontraksi otot jantung. Sedangkan

tekanan *diastolik* yaitu tekanan darah ketika jantung beristirahat atau tidak sedang berkontraksi (National Heart Lung and Blood Institute, 2011).

Klasifikasi tekanan darah untuk usia 18 tahun lebih seperti yang diberikan oleh the Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (JNC 7) sebagai berikut (Khan, 2005):

1. Normal : Tekanan darah systolic < 120; Diastolic < 80 mmHG
2. Prehipertensi : Tekanan darah systolic 120-139; Diastolic 80-89
3. Hipertensi Level 1 : Tekanan darah systolic 140-159; diastolic 90-99
4. Hipertensi level 2 : Tekanan darah systolic >160; diastolic > 100

E. Kolesterol/Serum Cholesterol in mg (SCH)

Kolesterol adalah lemak atau yang seperti zat lemak yang larut dalam air. Kolesterol diserap oleh usus atau dilepaskan dari hati ke aliran darah. Kolesterol tidak bergerak secara bebas dalam larutan, tetapi melekat ke pembawa protein yaitu lipoprotein. Kepadatan dan ukuran lipoprotein bervariasi, semakin kecil ukurannya semakin tinggi kepadatannya. Kolesterol dapat diangkut dalam lipoprotein kepadatan rendah, sehingga ada istilah kolesterol lipoprotein berkepadatan rendah (LDL). Ada juga kolesterol lipoprotein berkepadatan tinggi (HDL).

LDL kolesterol disebut juga lemak jahat, semakin tinggi LDL kolesterol dalam darah, semakin tinggi resiko penyakit jantung koroner. Pengukuran kolesterol darah memberikan total kolesterol darah yaitu kolesterol LDL ditambah kolesterol HDL. Total kolesterol yang diperlukan adalah <200, sedangkan batas normal kolesterol adalah 200-239. Jika total kolesterol melebihi 239 maka dikatakan kolesterol tinggi.

F. Gula Darah >120mg/dl atau Fasting Blood Sugar (FBS)

Fasting Blood Sugar atau gula darah puasa yaitu level glukosa atau kadar glukosa dalam darah setelah berpuasa sekitar 8-10 jam yang dimaksudkan agar hasilnya maksimal dimana perut dalam keadaan kosong, jadi hasil pemeriksaan tidak terpengaruhi oleh zat-zat yang dimakan. Jika hasil pemeriksaan menunjukkan kadar glukosa setelah puasa 126 mg/dl (mmol/l) maka dikategorikan sebagai diabetes melitus, sebaliknya jika hasil pemeriksaan menunjukkan kadar glukosa setelah puasa 110 mg/dl (mmol/l) maka dianggap normal, dan akan dianggap terganggu apabila berkisar antara 110-125 mg/dl.

G. **Resting Electrocardiographic Result (RER)**

Elektrokardiogram (EKG) adalah rekaman grafik aktivitas listrik yang menyertai kontraksi atrium dan ventrikel jantung (Sloane, 2004). *Electrocardiographic* atau EKG adalah tes yang paling sering digunakan untuk mendiagnosa *angina* yang dapat mendiagnosa *infark miokard* lebih dini. EKG akan menunjukkan nilai abnormal sebelum kerusakan pada otot jantung ditunjukkan oleh tes enzim jantung (*troponin* dan CK-MB). Elektrokardiogram mendapatkan impuls listrik jantung melalui kulit dada, diagnosis EKG pada pasien dengan nyeri dada membedakan pasien menjadi dua kelompok populasi besar yaitu, elevasi segmen ST dan elevasi segmen non ST.

Tes EKG sangat penting karena merupakan petunjuk adanya hipertrofi atau pembesaran atrium kiri dan peningkatan atau tekanan volume atrium kiri. Pembesaran pada jantung, terutama otot ventrikel kiri mudah terdeteksi oleh EKG, pasien dengan jantung yang disebabkan oleh *hipertrofi kardiomiopati hipertrofik* biasanya memiliki EKG normal.

H. **Maximun Heart Rated Achieved (MHR)**

Frekuensi jantung normal berkisar antara 60 – 100 denyut permenit, dengan rata-rata denyutan 75 kali permenit. Dengan kecepatan seperti itu, siklus jantung berlangsung selama 0.8 detik: sistole 0.5 dan diastole 0.3 detik (Sloane, 2004). Takikardia adalah peningkatan frekuensi jantung sampai melebihi 100 denyut permenit. Bradikardia ditujukan untuk frekuensi jantung yang kurang dari 60 denyut permenit. Denyut jantung dikendalikan oleh otak dan saraf, saraf yang merangsang jantung untuk berdetak lebih cepat disebut saraf simpatik, saraf tersebut dirangsang oleh otak. Sedangkan saraf yang menyebabkan jantung berdetak lebih lambat dinamakan saraf vagus. Denyut jantung maksimal diperoleh dengan mengurangi usia individu dengan 220, rata-rata denyut jantung normal untuk usia 70 tahun yang sedang beristirahat 60 kali per menit, denyut jantung maksimal adalah 150 denyut per menit. Pada usia 20 denyut jantung tertinggi untuk jantung normal dapat mencapai antara 200-220 denyut permenit yang disebut denyut jantung maksimum yang dicapai. Dokter menyarankan bahwa denyut jantung tidak boleh melebihi 85% dari denyut jantung maksimal, yaitu sekitar 170 denyut permenit.

I. **Exercise Induced Angina (EIA)**

Sebuah latihan uji tekanan menggunakan *treadmill* atau sepeda di bawah pengawasan dokter, biasanya level latihan yang aman adalah latihan yang hanya menyebabkan

ketidaknyamanan atau sesak nafas ringan. Sebuah uji olahraga *treadmill* menggunakan protokol *bruce* digunakan diseluruh dunia untuk mendeteksi *iskemia miokard* yang dipicu oleh olahraga.

J. **Oldpeak (OLD)**

Oldpeak atau disebut juga depresi yang disebabkan oleh latihan relatif, depresi atau stres dapat menyebabkan nyeri dan kerusakan pada jantung. Ketika arteri koroner menyempit karena plak maka akan menyebabkan terjadinya nyeri dada, dan nyeri dada diperparah oleh aktivitas seperti berjalan mendaki bukit, jika penderita menghadapi gangguan emosi mendadak maka nyeri dada pada saat tidak beraktivitas/istirahat dapat terjadi. Stress yang berhubungan dengan kegiatan sederhana sehari-hari dapat menurunkan suplai darah ke otot jantung pada pasien dengan penyakit jantung koroner, begitu juga dengan olahraga yang berlebihan dapat merusak sistem *kardiovaskular*. Pemantauan denyut jantung selama periode pemulihan secara substansial menambah nilai pengujian latihan stress.

K. **The Slope of the Peak Exercise ST Segment (SLP)**

Tanda dari elektrokardiografi latihan miokard iskemia diinduksi adalah depresi dari segment ST. Sebuah depresi segment ST horizontal atau downsloping sama atau lebih besar dari 1 mm dalam dua atau lebih memicu diagnostik. Poin diagnostik mencakup depresi segment ST lebih besar dari 1 mm atau lebih dan menunda memperlambat denyut jantung.

L. **Number of Major Vessels (NMV)**

Major vessel atau pembuluh utama jantung adalah arteri besar dan vena yang menempel pada atrium dan ventrikel dan mengirim darah dari dan ke sistem peredaran darah sistemik dan sistem peredaran darah paru-paru.

M. **Thalium (THAL)**

Thalium atau *scan radio isotop* berguna bagi pasien dengan *angina* untuk menunjukkan area dari otot jantung yang kurang berfungsi dengan darah, teknik ini sederhana dan tidak sakit. Selama latihan uji stres yang biasanya dilakukan menggunakan *treadmill*, *thalium-201* disuntikan ke pembuluh darah, *isotop* mencapai jantung dan didistribusikan melalui arteri koroner. Daerah dari otot jantung yang tidak menerima aliran darah yang memadai karena penyumbatan pembuluh darah koroner akan menerima *thalium* lebih sedikit dan daerah ini dinilai oleh *scanner* khusus.

Dari penjelasan mengenai ke 13 atribut tersebut, maka diperoleh atribut data dan nilai seperti dibawah ini:

Tabel 3.1 Atribut dan Nilai Dalam Penyakit Jantung

No	Atribut	Nilai	Kategori
1	Usia (AGE)	<40	Iuventus
		40-54	Verilitas
		55-64	Prasenium
		>=65	Senium
2	Jenis Kelamin (SEX)	0	Perempuan
		1	Laki-laki
3	Nyeri Dada (CPT)	1	Typical Angina
		2	Atypical Angina
		3	Non Angina Pain
		4	Asymptomatic
4	Tekanan Darah (RBP)	<120	Normal
		120-139	Prehipertensi
		140-159	Hipertensi Level 1
		>159	Hipertensi Level 2
5	Kolesterol (SCH)	<200	Normal
		200-239	Batas Normal Tinggi
		>239	Tinggi
6	Gula Darah >120mg/dl (FBS)	0	Tidak
		1	Ya
7	Resting Electrocardiographic (RER)	0	Normal
		1	ST-T wave abnormality
		2	Definite Left Ventricular Hypertrophy
8	Slope of the Peak (SLP)	1	Unsloping
		2	Flat
		3	Downsloping
9	Exercise Induced Angina (EIA)	0	Tidak
		1	Ya
10	Oldpeak (OLD)	<1	0
		>=1 dan <2	1
		>=2 dan <3	2
		>=3 dan <4	3

		>=4	4
11	Number of Major Vessel (NMV)	0	0
		1	1
		2	2
		3	3
12	Maximum Heart Rate (MHR)	=220-usia	Normal
		<>220-usia	Tidak Normal
13	Thalium (THAL)	3	Normal
		6	Fixed Defect
		7	Reversible Defect

Sumber: UCI Machine Learning Repository

Data yang digunakan berjumlah 270 *record*, sebanyak sepuluh *record* akan digunakan pada tahap *deployment* sedangkan sisanya sebanyak 260 *record* akan digunakan untuk data *training* sebanyak 80% atau 208 *record* dan 20% atau 52 *record* digunakan sebagai data *testing*. Data *training* digunakan untuk membangun *classifier* dan *classifier* tersebut digunakan untuk memprediksi klasifikasi untuk kasus pada data *testing*.

Pengambilan data untuk tahap *deployment* dan data *testing* menggunakan teknik *Systematic Random Sampling* atau disebut juga teknik *systematic with random start*. Teknik *systematic random sampling* merupakan modifikasi dari teknik *random sampling*, dengan cara memilih subjek dari daftar populasi secara sistematis bukan secara acak. Pemilihan secara acak hanya digunakan untuk memilih data pertama saja. Penentuan data berikutnya dengan cara memanfaatkan interval sampel, yaitu angka yang menunjukkan jarak antara nomor-nomor urut yang terdapat dalam kerangka

sampling yang dijadikan sebagai patokan dalam menentukan data kedua dan seterusnya hingga data ke-n (Cohen et al, 2005). Untuk menentukan interval sampel menggunakan rumus berikut:

$$f = N/sn$$

Dimana:

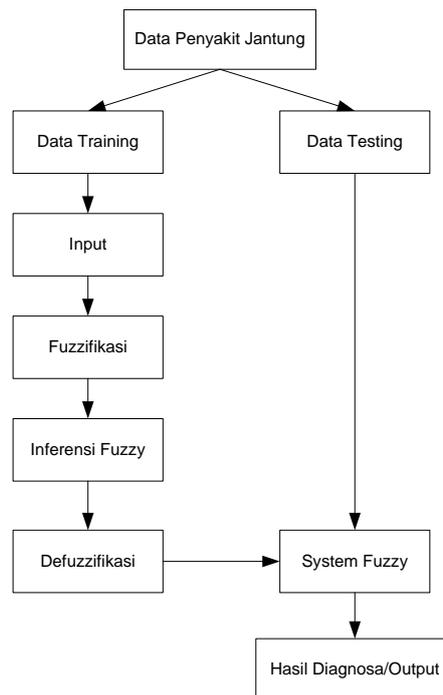
f = frekuensi interval

N = Jumlah total populasi

sn = Jumlah sampel yang diperlukan

Total data *testing* yang diperlukan sebanyak 20% dari 260 *record* yaitu 52 *record*, dengan menggunakan rumus 3.1 untuk mendapatkan interval maka dari 260 *record* dibagi dengan 52 *record* sehingga didapat intervalnya adalah lima. Sehingga untuk pemilihan data berikutnya didasarkan pada nomor kelipatan lima.

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses diagnosis penyakit jantung menggunakan *fuzzy inference system* secara umum dapat dilihat melalui gambar berikut:



Gambar 3.1. Tahapan Diagnosa Penyakit jantung Menggunakan Sistem *Fuzzy*

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Output yang dihasilkan dari *fuzzy inference system* merupakan suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari hasil komposisi aturan *fuzzy*. *Defuzzifikasi* bertujuan untuk mendapatkan nilai tegas/*crisp output*. metode *defuzzifikasi* yang digunakan dalam penelitian

ini adalah *defuzzifikasi centroid* dan *maximum defuzzifier model mean of maxima (MOM)*.

Berdasarkan hasil penelitian ini, diperoleh hasil diagnosa penyakit jantung menggunakan *fuzzy inference system* dengan dua metode *defuzzifikasi* yang berbeda, yakni *defuzzifikasi centroid* dan *maximum defuzzifier model mean of maxima (MOM)* sebagai berikut:

a. Metode *Defuzzifikasi Centroid*

Tabel 4.1. Hasil Diagnosa *defuzzifikasi centroid*

No. Sampel	Himpunan Fuzzy	Diagnosa Sistem	Diagnosa Asli
5	0,5000	Jantung	Jantung
10	0,4086	Tidak	Tidak
15	0,3083	Tidak	Jantung
20	0,5914	Jantung	Jantung
25	0,5000	Jantung	Jantung
30	0,7030	Jantung	Jantung
35	0,4999	Tidak	Tidak
40	0,6165	Jantung	Jantung
45	0,4999	Tidak	Tidak
50	0,4086	Tidak	Tidak
55	0,5268	Jantung	Jantung

60	0,4999	Tidak	Tidak
65	0,5914	Jantung	Jantung
70	0,6165	Jantung	Tidak
75	0,5000	Jantung	Jantung
80	0,6917	Jantung	Jantung
85	0,5000	Jantung	Jantung
90	0,4999	Tidak	Tidak
95	0,4999	Tidak	Tidak
100	0,5917	Jantung	Jantung
105	0,4999	Tidak	Tidak
110	0,6595	Jantung	Jantung
115	0,6917	Jantung	Jantung
120	0,4999	Tidak	Tidak
125	0,5000	Jantung	Jantung
130	0,4999	Tidak	Tidak
135	0,5000	Jantung	Jantung
140	0,5000	Jantung	Jantung
145	0,4731	Tidak	Tidak
150	0,5000	Jantung	Jantung
155	0,6729	Jantung	Jantung
160	0,4999	Tidak	Tidak
165	0,2970	Jantung	Jantung
170	0,4999	Tidak	Tidak
175	0,5914	Jantung	Jantung
180	0,7445	Jantung	Jantung
185	0,4086	Jantung	Jantung
190	0,3695	Tidak	Tidak
195	0,5000	Jantung	Jantung
200	0,4086	Tidak	Tidak
205	0,3345	Tidak	Tidak
210	0,4232	Tidak	Jantung
215	0,6564	Jantung	Jantung
220	0,7445	Jantung	Jantung
225	0,5971	Jantung	Jantung
230	0,5372	Jantung	Jantung
235	0,5000	Jantung	Jantung
240	0,6917	Jantung	Jantung

245	0,5000	Jantung	Jantung
250	0,4086	Tidak	Tidak
255	0,5971	Jantung	Jantung
260	0,5000	Jantung	Jantung

b. Metode *Maximum Defuzzifier model Mean of Maxima (MOM)*

Tabel 4.1. Hasil Diagnosa *defuzzifikasi Mean of Maxima (MOM)*

No. Sampel	Himpunan Fuzzy	Diagnosa Sistem	Diagnosa Asli
5	0,5000	Jantung	Jantung
10	0,350	Tidak	Tidak
15	0,1750	Tidak	Jantung
20	0,6500	Jantung	Jantung
25	0,5000	Jantung	Jantung
30	0,8450	Jantung	Jantung
35	0,4999	Tidak	Tidak
40	0,7400	Jantung	Jantung
45	0,3500	Tidak	Tidak
50	0,3500	Tidak	Tidak
55	0,6500	Jantung	Jantung
60	0,5000	Jantung	Tidak
65	0,6500	Jantung	Jantung
70	0,7400	Jantung	Tidak
75	0,6500	Jantung	Jantung
80	0,8250	Jantung	Jantung
85	0,5000	Jantung	Jantung
90	0,3500	Tidak	Tidak
95	0,4999	Tidak	Tidak
100	0,7200	Jantung	Jantung
105	0,4999	Tidak	Tidak
110	0,7400	Jantung	Jantung
115	0,8250	Jantung	Jantung
120	0,4999	Tidak	Tidak
125	0,6500	Jantung	Jantung
130	0,4999	Tidak	Tidak
135	0,5000	Jantung	Jantung
140	0,5000	Jantung	Jantung
145	0,3500	Tidak	Tidak

150	0,5000	Jantung	Jantung
155	1	Jantung	Jantung
160	0,4999	Tidak	Tidak
165	0,1550	Tidak	Jantung
170	0,5000	Jantung	Tidak
175	0,6500	Jantung	Jantung
180	1	Jantung	Jantung
185	0,3500	Tidak	Jantung
190	0,2600	Tidak	Tidak
195	0,6500	Jantung	Jantung
200	0,3500	Tidak	Tidak
205	0,2100	Tidak	Tidak
210	0,3500	Tidak	Jantung
215	0,7400	Jantung	Jantung
220	1	Jantung	Jantung
225	0,7200	Jantung	Jantung
230	0,5800	Jantung	Jantung
235	0,6500	Jantung	Jantung
240	0,8250	Jantung	Jantung
245	0,5000	Jantung	Jantung
250	0,3500	Tidak	Tidak
255	0,7200	Jantung	Jantung
260	0,5000	Jantung	Jantung

Berikut perbandingan antara hasil diagnosa menggunakan *fuzzy inference system* dengan hasil diagnosa asli:

a. *Defuzzifikasi Centroid*

$$akurasi = \frac{47}{52} \times 100 \% = 90,3 \%$$

b. *Defuzzifikasi Mean of Maxima (MOM)*

$$akurasi = \frac{45}{52} \times 100 \% = 86,5 \%$$

Berdasarkan hasil perhitungan akurasi masing-masing metode, terlihat bahwa metode *defuzzifikasi centroid* memiliki nilai akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode *maximum defuzzifier* model *mean of maxima* dalam mendiagnosis penyakit jantung.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Fuzzy Inference System dalam penelitian ini menggunakan model mamdani, kemudian untuk metode defuzzifikasinya menggunakan defuzzifikasi *centroid* dan *maximum defuzzifier* model *mean of maxima (MOM)*. Prosesnya dimulai dengan pembentukan himpunan *universal* dari 13 variabel *input* yang digunakan dan satu variabel *output*. Himpunan *universal* dibentuk berdasarkan nilai domain dari masing-masing variabel yang didapatkan dari dataset jantung yang diperoleh dari *UCI Repository Machine Learning System*. Himpunan *universal* tersebut akan kembali diubah kedalam himpunan *fuzzy* dengan menggunakan fungsi keanggotaan Gauss. Setelah itu proses inferensinya menggunakan *fuzzy inference system* model mamdani, kemudian untuk mendapatkan nilai tegas (*crisp output*) digunakan metode *defuzzifikasi centroid* dan *maximum defuzzifier*

model *mean of maxima* (MOM). Selain itu, untuk mempermudah proses penelitian ini dipergunakan juga *tool* Matlab.

Hasilnya, dengan menggunakan *fuzzy inference system* untuk mendiagnosa penyakit jantung diperoleh ketepatan diagnosis sebesar 90,3 % untuk defuzzifikasi *centroid* dan 86,5 % untuk defuzzifikasi *mean of maxima*. Berdasarkan hasil nilai akurasi tersebut dapat disimpulkan, bahwa metode defuzzifikasi *centroid* pada *fuzzy inference system* lebih baik jika dibandingkan dengan metode defuzzifikasi *maximum defuzzifier* model *mean of maxima* (MOM).

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab-bab sebelumnya, maka beberapa saran dalam penelitian ini adalah:

1. Menambahkan jumlah data yang lebih besar, sehingga hasil pengukuran yang didapatkan akan lebih baik lagi.
2. Menerapkan hasil dari metode *Fuzzy Inference System* kedalam *Graphical User Interface* yang mudah digunakan oleh pengguna.
3. Untuk metode *fuzzy*, disarankan untuk mencoba menerapkan kedalam metode *fuzzy* terbaru yakni *fuzzy #2*.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2005). *Research Method in Education 5th Edition*. London: The Taylor & Francis e-Library.
- Departemen Kesehatan RI. (2007). *Pedoman Pengendalian Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah*. Jakarta.
- Gray, H. H., Dawkins, K. D., Simpson, L. A., & Morgan, J. M. (2002). *Lectures Notes on Cardiology*. Jakarta: Erlangga.
- I, P. P., P, G., & Jaisankar, N. (2013). A Fuzzy Optimization Technique for the Prediction of Coronary Heart Disease Using Decision Tree. *International Journal of Engineering and Technology (IJET)*.
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. (2014, Oktober 7). *Lingkungan Sehat, Jantung Sehat*. Diambil kembali dari Kementrian Kesehatan Republik Indonesia: <http://www.depkes.go.id/article/view/201410080002/lingkungan-sehat-jantung-sehat.html>
- Khan, M. (2005). *Encyclopedia of Heart Diseases*. New York: Academic Press.
- Kothari, C. (2004). *Research Methodology: Methods and Techniques*. India: New Age International.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Loo, C. K., & Rao, M. (2005). Accurate and reliable diagnosis and classification using probabilistic ensemble simplified fuzzy ARTMAP. *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on*, 1589-1593.
- Nugroho, W. (2006). *Komunikasi Dalam Keperawatan Gerontik*. Jakarta: EGC.
- P.K, A. (2012). Clinical Decision Support System: Risk Level Prediction of Heart Disease Using Wighted Fuzzy Rules. *Journal of King Saud University - Computer and Information Science*, 27-40.
- Setiadji. (2009). *Himpunan & Logika Samar*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sloane, E. (2004). *ANATOMI DAN FISILOGI: Untuk Pemula*. Jakarta: EGC.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- The Top 10 Leading Cause of Death in the US*. (2015, Juni 16). Diambil kembali dari Medical News Today: <http://www.medicalnewstoday.com/articles/282929.php>

- Wajhillah, R., & Widodo, P. P. (2013). OPTIMASI ALGORITMA KLASIFIKASI C4.5 BERBASIS PARTICLE SWARM OPTIMIZATION UNTUK PREDIKSI PENYAKIT JANTUNG. *Jurnal Ilmiah Program Pascasarjana Magister Ilmu Komputer STMIK Nusa Mandiri Jakarta*.
- Wang, L.-X. (1997). *A Course in Fuzzy Systems and Control*. New Jersey: Prentice Hall P T R.
- Wiryowidagdo, S., & Sitanggang, M. (2008). *Tanaman Obat Untuk Penyakit Jantung, Darah Tinggi dan Kolesterol*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- World Health Organization (WHO). (2014, Mei). *Top Ten Cause of Death*. Diambil kembali dari World Health Organization : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/>