

# SISTEM PAKAR UNTUK MENDETEKSI PENYAKIT JANTUNG KORONER MENGGUNAKAN *FUZZY-* MAMDANI

**Moch. Bayu Noviantoro, Priyo Sidik Sasongko, Kushartantya**

**Jurusan Matematika FSM Universitas Diponegoro Semarang**

**Jl. Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang-Semarang, 50275, Indonesia**

*E-mail: [email\\_sibuluk2@yahoo.com](mailto:email_sibuluk2@yahoo.com), [priyoss@undip.ac.id](mailto:priyoss@undip.ac.id)*

**ABSTRACT.** Expert system is a system basic computerize which use knowledge, fact, and intellectual activity to solve problem as usually can be solve by an expert on that field. Application of fuzzy – Mamdani method on expert system purpose to explain expert knowledge on not absolute, not complete and so complicated field. One of expert system application is to detect heart coronary disease. Heart coronary disease is the first killer in Indonesia. The number of patients is so many maked the role of medical personnel often have limitation in detecting heart coronary disease. In this final paper has been made expert system application program in detecting heart coronary disease by fuzzy – Mamdani. Risk factors that influence heart coronary disease are age, LDL, total cholesterol, HDL, triglycerides, sistolik blood pressure, and diastolik blood pressure. Based on that risk factors will be obtained output which is risk percentage a person who is infected heart coronary disease.

**Keywords :** Expert system, fuzzy – Mamdany, heart coronary disease

## **I. PENDAHULUAN**

Pengidap penyakit jantung di Indonesia terus meningkat, menurut dr M. Arif Nugroho, Sp.JP, FIHA penyakit jantung koroner (PJK) merupakan pembunuh nomor satu di Indonesia. PJK adalah penyakit jantung yang disebabkan oleh penyempitan arteri koroner, mulai dari terjadinya kekakuan arteri (*akterosklerosis*) maupun yang sudah terjadi penimbunan lemak (*plaque*) pada dinding arteri koroner, baik disertai gejala klinis atau tanpa gejala sekalipun. Dalam hal ini peran dokter sangat diperlukan untuk pendeteksian PJK, namun seringkali dokter mengalami keterbatasan dalam melakukan konsultasi penyakit dengan pasien yang jumlahnya begitu banyak. Untuk itu, dibangun suatu aplikasi sistem pakar yang dapat mendeteksi PJK menggunakan *fuzzy*-Mamdani. Penerapan *fuzzy*-Mamdani dalam sistem pakar

bertujuan untuk merepresentasikan pengetahuan pakar pada lingkungan yang tidak pasti, tidak lengkap, dan sangat kompleks.

## **II. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **2.1 Penyakit Jantung Koroner [6]**

Jantung adalah pusat peredaran darah di dalam dada yang terus-menerus memompakan darah ke seluruh tubuh. Tugas utama jantung adalah memompakan darah merah yang kaya akan oksigen dan nutrisi, melalui arteri besar (disebut aorta) ke seluruh bagian tubuh. Jantung akan terasa sakit jika ada gangguan terhadap arteri koronaria, dan hal itu akan menjadi sangat mematikan. Dengan kata lain, ada satu penyakit pembunuh yang menyerang jantung yaitu jantung koroner.

### **2.2 Kecerdasan Buatan / *Artificial Intelligence***

Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* adalah cabang dari ilmu komputer yang mendayagunakan komputer sehingga dapat berperilaku cerdas seperti manusia. Ilmu komputer tersebut mengembangkan perangkat lunak dan perangkat keras untuk menirukan tindakan manusia [3].

### **2.3 Sistem Pakar**

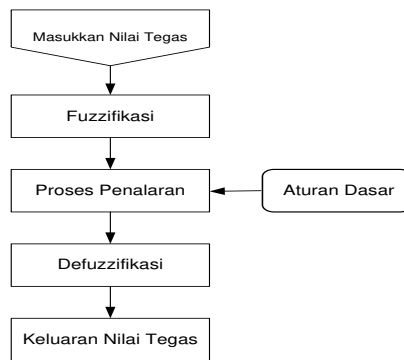
Sistem pakar adalah sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta, dan teknik penalaran dalam memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat dipecahkan oleh seorang pakar dalam bidang tertentu [4]. Sistem pakar tidak lepas dari elemen manusia yang terkait di dalamnya.

### **2.4 Logika *Fuzzy* [5]**

Teori himpunan *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Lotfi A. Zadeh memodifikasi teori himpunan

dimana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bernilai kontinu antara 0 sampai 1.

Dalam sistem logika *fuzzy* terdapat beberapa tahapan operasional yang meliputi [7]:



Gambar 2.1 Blok diagram logika *fuzzy*

#### 2.4.1 Inferensi *Fuzzy*

Inferensi *fuzzy* merupakan suatu proses penalaran yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* berbentuk IF-THEN. Metode yang sering digunakan untuk melakukan proses inferensi atau penalaran *fuzzy*, yaitu:

- Metode Mamdani [7]

Metode mamdani juga dikenal dengan metode *min-max*. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output* diperlukan empat tahapan, diantaranya [2]:

- a. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada metode mamdani baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

- b. Aplikasi fungsi implikasi

Pada metode mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah *min*.

- c. Komposisi aturan

Metode yang dilakukan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu metode *max* (*maximum*). Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf}[X_i] = \max(\mu_{sf}[X_i], \mu_{kf}[X_i])$$

Dengan:

$\mu_{sf}[X_i]$  = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i.

$\mu_{kf}[X_i]$  = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i.

d. Penegasan (*defuzzy*)

Metode yang digunakan pada komposisi aturan Mamdani, yaitu :

1. *Centroid* (*Composite Moment*)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*. Secara umum dapat dirumuskan :

$$\mu(X) = \frac{\int_a^b x\mu(x)dx}{\int_a^b \mu(x)dx} \quad \text{atau} \quad \mu(X) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i\mu(X_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(X_i)}$$

Keuntungan menggunakan metode *centroid* :

- a. Nilai *defuzzy* akan bergerak secara halus sehingga perubahan dari suatu topologi himpunan *fuzzy* ke topologi berikutnya juga akan berjalan dengan halus.
- b. Mudah dihitung.

## 2.5 Matlab [1]

Matlab (Matrix Laboratory) adalah sebuah program untuk analisis dan komputasi numerik, merupakan suatu bahasa pemrograman matematika lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks.

## 2.6 Representasi Pengetahuan

Pengetahuan yang diperoleh dari pakar atau dari sekumpulan data harus direpresentasikan dalam format yang dapat dipahami oleh manusia dan

dapat dieksekusi pada komputer. Representasi pengetahuan yang digunakan dalam kasus ini adalah pembuatan kaidah produksi.

1. Persamaan fungsi keanggotaan untuk usia ( $x$ ) :

$$\mu_{muda}(x) = \begin{cases} 1 & , x \leq 30 \\ \frac{(40-x)}{10} & , 30 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{paru\ h.baya}(x) = \begin{cases} \frac{(x-30)}{10} & , 30 \leq x \leq 40 \\ 1 & , 40 \leq x \leq 50 \\ \frac{(70-x)}{20} & , 50 \leq x \leq 70 \end{cases}$$

$$\mu_{tua}(x) = \begin{cases} \frac{(x-50)}{20} & , 50 \leq x \leq 70 \\ 1 & , x \geq 70 \end{cases}$$

2. Persamaan fungsi keanggotaan untuk kadar LDL ( $y$ ) :

$$\mu_{LDL\ optimal}(y) = \begin{cases} 1 & , y \leq 70 \\ \frac{(100-y)}{30} & , 70 \leq y \leq 100 \end{cases}$$

$$\mu_{mendekati\ /diatas\ optimal}(y) = \begin{cases} \frac{(y-70)}{30} & , 70 \leq y \leq 100 \\ \frac{(130-y)}{30} & , 100 \leq y \leq 130 \end{cases}$$

$$\mu_{borderline\ high}(y) = \begin{cases} \frac{(y-100)}{30} & , 100 \leq y \leq 130 \\ \frac{(160-y)}{30} & , 130 \leq y \leq 160 \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}(y) = \begin{cases} \frac{(y-130)}{30} & , 130 \leq y \leq 160 \\ \frac{(190-y)}{30} & , 160 \leq y \leq 190 \end{cases}$$

$$\mu_{sangattinggi}(y) = \begin{cases} \frac{(y-160)}{30} & , 160 \leq y \leq 190 \\ 1 & , y \geq 190 \end{cases}$$

3. Persamaan fungsi keanggotaan kolesterol total ( $z$ ) :

$$\mu_{desirable}(z) = \begin{cases} 1 & , z \leq 160 \\ \frac{(200-z)}{40} & , 160 \leq z \leq 200 \end{cases}$$

$$\mu_{borderline}(z) = \begin{cases} \frac{(z-160)}{40} & , 160 \leq z \leq 200 \\ 1 & , 200 \leq z \leq 240 \\ \frac{(280-z)}{40} & , 240 \leq z \leq 280 \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}(z) = \begin{cases} \frac{(z-240)}{40} & , 240 \leq z \leq 280 \\ 1 & , z \geq 280 \end{cases}$$

4. Persamaan fungsi keanggotaan kadar HDL ( $h$ ) :

$$\mu_{rendah}(h) = \begin{cases} 1 & , h \leq 40 \\ \frac{(60-h)}{20} & , 40 \leq h \leq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}(h) = \begin{cases} \frac{(h-40)}{20} & , 40 \leq h \leq 60 \\ 1 & , h \geq 60 \end{cases}$$

5. Persamaan fungsi keanggotaan kadar trigliserida ( $p$ ) :

$$\mu_{normal}(p) = \begin{cases} 1 & , p \leq 150 \\ \frac{(200-p)}{50} & , 150 \leq p \leq 200 \end{cases}$$

$$\mu_{borderline\ high}(p) = \begin{cases} \frac{(p-150)}{50} & , p \leq 150 \\ \frac{(500-p)}{300} & , 200 \leq p \leq 500 \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}(p) = \begin{cases} \frac{(p-200)}{300} & , 200 \leq p \leq 500 \\ \frac{(550-p)}{50} & , 500 \leq p \leq 550 \end{cases}$$

$$\mu_{sangattinggi}(p) = \begin{cases} \frac{(p-500)}{50} & , 500 \leq p \leq 550 \\ 1 & , p \geq 550 \end{cases}$$

6. Persamaan fungsi keanggotaan tekanan darah sistolik ( $q$ )

$$\mu_{optimal}(q) = \begin{cases} 1 & , q \leq 120 \\ \frac{(130-q)}{10} & , 120 \leq q \leq 130 \end{cases}$$

$$\mu_{normal}(q) = \begin{cases} \frac{(q-120)}{10} & , 120 \leq q \leq 130 \\ \frac{(140-q)}{10} & , 130 \leq q \leq 140 \end{cases}$$

$$\mu_{normal\ tinggi}(q) = \begin{cases} \frac{(q-130)}{10} & , 130 \leq q \leq 140 \\ \frac{(160-q)}{20} & , 140 \leq q \leq 160 \end{cases}$$

$$\mu_{hipertensi\ rendah}(q) = \begin{cases} \frac{(q-140)}{20} & , 140 \leq q \leq 160 \\ \frac{(180-q)}{20} & , 160 \leq q \leq 180 \end{cases}$$

$$\mu_{hipertensi\ sedang}(q) = \begin{cases} \frac{(q-160)}{20} & , 160 \leq q \leq 180 \\ \frac{(190-q)}{10} & , 180 \leq q \leq 190 \end{cases}$$

$$\mu_{hipertensi\ berat}(q) = \begin{cases} \frac{(q-180)}{10} & , 180 \leq q \leq 190 \\ 1 & , q \geq 190 \end{cases}$$

7. Persamaan fungsi keanggotaan tekanan darah diastolik( $r$ ) :

$$\begin{aligned} \mu_{optimal}(r) &= \begin{cases} 1 & , r \leq 80 \\ \frac{(85-r)}{5} & , 80 \leq r \leq 85 \end{cases} \\ \mu_{normal}(r) &= \begin{cases} \frac{(r-80)}{5} & , 80 \leq r \leq 85 \\ \frac{(90-r)}{5} & , 85 \leq r \leq 90 \end{cases} \\ \mu_{normal\ tinggi}(r) &= \begin{cases} \frac{(r-85)}{5} & , 85 \leq r \leq 90 \\ \frac{(100-r)}{10} & , 90 \leq r \leq 100 \end{cases} \\ \mu_{hipertensi\ renda\ h}(r) &= \begin{cases} \frac{(r-90)}{10} & , 90 \leq r \leq 100 \\ \frac{(110-r)}{10} & , 100 \leq r \leq 110 \end{cases} \\ \mu_{hipertensi\ sedang}(r) &= \begin{cases} \frac{(r-100)}{10} & , 100 \leq r \leq 110 \\ \frac{(120-r)}{10} & , 110 \leq r \leq 120 \end{cases} \\ \mu_{hipertensi\ tinggi}(r) &= \begin{cases} \frac{(r-110)}{10} & , 110 \leq r \leq 120 \\ 1 & , r \geq 120 \end{cases} \end{aligned}$$

8. Persamaan fungsi keanggotaan presentase resiko( $s$ ):

$$\begin{aligned} \mu_{renda\ h}(s) &= \begin{cases} 1 & , s \leq 25 \\ \frac{(50-s)}{25} & , 25 \leq s \leq 50 \end{cases} \\ \mu_{sedang}(s) &= \begin{cases} \frac{(s-25)}{25} & , 25 \leq s \leq 50 \\ \frac{(75-s)}{25} & , 50 \leq s \leq 75 \end{cases} \\ \mu_{tinggi}(s) &= \begin{cases} \frac{(s-50)}{25} & , 50 \leq s \leq 75 \\ 1 & , 75 \leq s \leq 100 \end{cases} \end{aligned}$$

## 2.7 Pembentukan Aturan Fuzzy

Setelah pembentukan himpunan *fuzzy*, kemudian dibuat aturan jika maka (if – then). Pada sistem pakar deteksi PJK ini terdapat 12.960 *rule*. Tabel 2.1 menunjukkan *rule* dari ketujuh faktor resiko.

Tabel 2.1. aturan dasar logika *fuzzy* untuk aplikasi deteksi PJK.

No	If	Usia	Kadar LDL	KdrKolesterol	Kdr HDL	Kadar Tri	Sistolik	Diastolik	Hasil
1	If	Muda	Optimal	<i>Desirable</i>	Rendah	Normal	Optimal	Optimal	
2	If	Muda	Optimal	<i>Desirable</i>	Rendah	Normal	Optimal	Normal	
3	If	Muda	Optimal	<i>Desirable</i>	Rendah	Normal	Optimal	Nor. Tinggi	
...									
6571	If	P. Baya	B. High	<i>Borderline</i>	Tinggi	Tinggi	Hip. Rendah	Optimal	
6572	If	P. Baya	B. High	<i>Borderline</i>	Tinggi	Tinggi	Hip. Rendah	Normal	
...									
12959	If	Tua	S. Tinggi	Tinggi	Tinggi	S. Tinggi	Hip. Berat	Hip. Sedang	
12960	If	Tua	S. Tinggi	Tinggi	Tinggi	S. Tinggi	Hip. Berat	Hip. Berat	

Aplikasi sistem pakar deteksi PJK pada tugas akhir ini dibuat dengan menggunakan program Matlab 7.10.0.499 (R2010a). Antarmuka dalam aplikasi ini terbagi menjadi dua bagian yaitu *form* pembuka dan *form* aplikasi.



Gambar 2.2 *Form* - Pembuka

Pada *form* pembuka ini terdapat satu buah tombol (*pushbutton*) utama yaitu tombol masuk. Tombol masuk dapat digunakan oleh *user* untuk dapat masuk ke *form* aplikasi. Pada *form* aplikasi ini terdapat satu tombol utama yaitu proses untuk menjalankan tahap aplikasi ini. Tombol proses berfungsi untuk memberikan prosentase hasil atas data pasien yang telah di-*input*.



Usia	<input type="text" value="35"/>	Tahun	Kadar Trigliserida	<input type="text" value="135"/>	mg/dL
Kadar LDL	<input type="text" value="140"/>	mg/dL	Tekanan Darah Sistolik	<input type="text" value="120"/>	mmHg
Kadar Kolesterol	<input type="text" value="210"/>	mg/dL	Tekanan Darah Diastolik	<input type="text" value="91"/>	mmHg
Kadar HDL	<input type="text" value="70"/>	mg/dL	Status Resiko	-	

Gambar 2.3 *Form* aplikasi - Data Pasien

Gambar 4.4 *Form* aplikasi setelah tombol proses ditekan

Jika aplikasi (terhitung dari pengisian data pasien dilanjutkan dengan menekan tombol proses dan mendapat prosentase hasil) sudah berhasil dijalankan, maka *user* dapat menekan tombol *reset* untuk membersihkan data pasien serta hasil prosentase yang sudah diproses sebelumnya.

### III. KESIMPULAN

Berdasarkan pengkajian dari bab sebelumnya mengenai sistem pakar untuk mendeteksi penyakit jantung koroner menggunakan *fuzzy-Mamdani*, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dihasilkan sebuah aplikasi yang dapat mendeteksi penyakit jantung koroner dengan menganalisis faktor resiko penyakit jantung, yaitu : usia, kadar LDL, kadar kolesterol total, kadar HDL, kadar trigliserida, tekanan darah sistolik, dan tekanan darah diastolik.

2. Proses inferensi atau penalaran *fuzzy* menggunakan metode Mamdani membantu *user* dalam menganalisis faktor resiko jantung koroner. Dalam metode Mamdani ini dilakukan tahapan defuzzifikasi menggunakan metode centroid yang menghasilkan nilai defuzzy yang bergerak secara halus dan mudah dihitung.

#### IV. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami tujukan kepada Dr M. Arif Nugroho, Sp.JP, FIHA dan RSUP Dr. Kariadi Semarang.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arhami, Muhammad dan Anita Desiani. 2005. "*Pemrograman Matlab*". Yogyakarta : Andi.
- [2] Djunaidi, Much. Eko Setiawan dan Fajar Whedi Andista. 2005. "*Penentuan Jumlah Produksi dengan Aplikasi Metode Fuzzy-Mamdani*". Jurusan Teknik Industri. Universitas Muhammadiyah. Surakarta.
- [3] Hartati, Sri dan Sari Iswanti. 2008. "*Sistem Pakar dan Pengembangannya*". Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [4] Kusrini. 2006. "*Sistem Pakar Teori dan Aplikasi*". Yogyakarta : Andi.
- [5] Kusumadewi, Sri. 2002. "*Analisis dan Design Sistem Fuzzy Menggunakan Tollbox Matlab*". Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [6] Maulana, Mirza. 2005. "*Penyakit Jantung : Pengertian, Penanganan, dan Pengobatan*". Jakarta : Hati.
- [7] Sari, Nur Endah dan Edi Sukirman. 2012. "*Prediksi Cuaca Berbasis Logika Fuzzy untuk Rekomendasi Penerbangan di Bandar Udara Raja Haji Fisabilillah*". Jurusan Teknik Informatika. Universitas Gunadarma. Jakarta.