

# Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Tingkat Risiko Penyakit Jantung Koroner dengan Sistem Inferensi *Fuzzy* Metode *Tsukamoto*

Rima Alviani

Teknik Informatika

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, Indonesia

15523046@students.uii.ac.id

**Abstrak**— Penyakit Jantung Koroner (PJK) telah menjadi salah satu persoalan kesehatan utama baik di negara maju maupun negara berkembang. Penyakit Jantung Koroner adalah salah satu penyakit kardiovaskuler yang menjadi penyebab kematian tertinggi. Permasalahan yang seringkali terjadi adalah penanganan atau tindakan pencegahan yang dilakukan terhadap seorang penderita Penyakit Jantung Koroner terlambat. Hal ini dikarenakan penderita tidak mengetahui bahwa dirinya telah memiliki risiko bahkan mengalami gejala dari Penyakit Jantung Koroner. Kurangnya kesadaran masyarakat terhadap kesehatan, terutama kesehatan jantung dapat menjadi salah satu penyebab meningkatnya jumlah penderita Penyakit Jantung Koroner. Oleh karena itu, pendeteksian tingkat risiko Penyakit Jantung Koroner lebih baik dilakukan sejak dini, sehingga penanganan atau tindakan pencegahan juga dapat dilakukan sedini mungkin, bahkan sebelum kemunculan gejala. Sebagai salah satu solusi dari permasalahan tersebut, maka dibuat sebuah sistem yang dapat mendeteksi tingkat risiko Penyakit Jantung Koroner. Tujuan dari pembuatan sistem ini adalah dapat membantu masyarakat untuk melakukan pengecekan dan pendeteksian tingkat risiko Penyakit Jantung Koroner yang dimiliki. Metode yang diterapkan pada penelitian ini adalah Sistem Inferensi *Fuzzy* Metode *Tsukamoto*, yang mana keluaran dari penelitian ini adalah persentase tingkat risiko Penyakit Jantung Koroner yang dimiliki seseorang, apakah rendah, moderate, tinggi, atau sangat tinggi. Nantinya persentase tersebut diperoleh dari hasil akhir perhitungan, yaitu hasil defuzzifikasi. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh hasil bahwa sistem sudah bekerja dengan baik. Hal ini ditunjukkan oleh pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian manual, pengujian akurasi menggunakan 6 data uji, dan pengujian pakar. Pengujian manual menunjukkan bahwa perhitungan yang dilakukan oleh sistem telah berhasil menghasilkan nilai output yang sama dengan hasil perhitungan secara manual. Untuk pengujian akurasi yang menunjukkan bahwa hasil akhir perhitungan dengan sistem dan hasil akhir perhitungan dengan *Framingham Risk Score* menunjukkan keterangan risiko yang sama. Untuk pengujian pakar, diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa sistem yang dibuat sudah cukup sesuai, ditunjukkan dengan hasil perhitungan frekuensi relatif dari kuisioner sebesar 80%.

**Kata kunci**—risiko; penyakit jantung koroner; kardiovaskuler; sistem inferensi; *Fuzzy*; *Tsukamoto*;

## I. PENDAHULUAN

Penyakit Jantung Koroner (PJK) menjadi salah satu persoalan kesehatan utama baik di negara maju maupun negara berkembang<sup>[1]</sup>. Penyakit Jantung Koroner atau Penyakit Arteri

Koroner didefinisikan sebagai gangguan fungsi jantung akibat otot jantung kekurangan darah karena adanya penyempitan pembuluh darah koroner<sup>[2]</sup>. Penyakit Jantung Koroner juga merupakan salah satu penyakit kardiovaskuler yang menjadi penyebab kematian tertinggi. Prevalensi tertinggi untuk penyakit kardiovaskuler di Indonesia adalah Penyakit Jantung Koroner (PJK), yaitu sebesar 1,5%<sup>[2]</sup>. Menurut kelompok umur, PJK paling banyak terjadi pada kelompok umur 65-74 tahun (3,6%) diikuti kelompok umur 75 tahun ke atas (3,2%), kelompok umur 55-64 tahun (2,1%) dan kelompok umur 35-44 tahun (1,3%)<sup>[3]</sup>. Berdasarkan data survei Sample Registration System, angka kematian penyakit jantung koroner menunjukkan angka sebesar 12,9% dari seluruh kematian di dunia. Berdasarkan data WHO, pada tahun 2016 diperkirakan sebanyak 17,9 juta orang meninggal akibat penyakit kardiovaskuler yang mana mewakili 31% dari seluruh kematian di dunia, serta diperkirakan sebanyak 85% di antaranya disebabkan oleh penyakit jantung dan stroke<sup>[4]</sup>.

Permasalahan yang menjadi perhatian yaitu masyarakat awam masih kurang memperhatikan bahkan mengabaikan kesehatan, terutama kesehatan jantung. Meningkatnya penderita Penyakit Jantung Koroner di Indonesia berkaitan dengan kurangnya tingkat kesadaran masyarakat tentang pencegahan Penyakit Jantung Koroner, termasuk faktor risiko yang mungkin dimiliki. Hal itu menjadi penyebab seringkali penanganan atau tindakan pencegahan yang dilakukan terhadap seorang penderita terlambat, sebab penderita tidak mengetahui bahwa telah mengalami gejala Penyakit Jantung Koroner, bahkan sudah sampai pada tahap kronis. Oleh karena itu, apabila seseorang sudah mengetahui tingkat risiko lebih awal, maka penanganan atau tindakan pencegahan juga dapat dilakukan sedini mungkin, bahkan sebelum kemunculan gejala. Berdasarkan penelitian dari *Framingham Heart Study*, jenis kelamin, usia, tekanan darah, dislipidemia, kebiasaan merokok, dan diabetes adalah faktor risiko utama Penyakit Jantung Koroner<sup>[5]</sup>.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dibuat sebuah sistem yang dapat mendeteksi tingkat risiko Penyakit Jantung Koroner berdasarkan beberapa faktor risiko penyebabnya. Sistem akan dibangun dengan menerapkan Sistem Inferensi *Fuzzy* Metode *Tsukamoto*. Sistem Inferensi *Fuzzy* Metode *Tsukamoto* diterapkan pada penelitian ini karena metode ini sudah terbukti dapat memberikan hasil yang sesuai untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang diangkat di

beberapa penelitian terdahulu, yang mana permasalahan yang diselesaikan hampir serupa dengan permasalahan pada penelitian ini. Selain itu, metode ini memiliki beberapa kelebihan, yaitu, memiliki konsep logika yang mudah dipahami, fleksibel, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, mampu memodelkan fungsi-fungsi non linear yang kompleks, membangun dan menerapkan pengalaman pakar secara langsung, bekerjasama dengan teknik kendali secara konvensional<sup>[6]</sup>. Sistem ini tidak menggunakan faktor risiko jenis kelamin karena pada metode *Framingham Risk Score*, perbedaan antara pria dan wanita hanya terletak pada jumlah skor total, sedangkan pada Sistem Inferensi Fuzzy Metode *Tsukamoto* tidak menggunakan penjumlahan skor.

Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat membantu masyarakat awam untuk melakukan pengecekan tingkat risiko Penyakit Jantung Koroner secara mandiri, serta mendapatkan saran penanganan atau tindakan pencegahan yang tepat tanpa harus menunggu kemunculan gejala.

## II. METODOLOGI

### A. Pengumpulan Data

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan sebagai bentuk kajian dan pengumpulan data dari referensi yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Kajian dilakukan terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang menggunakan metode yang sama maupun permasalahan yang hampir serupa dan terhadap jurnal-jurnal penelitian yang mengacu pada *Framingham Risk Score*.

#### 2. Wawancara

Wawancara dilakukan sebagai bentuk pengumpulan data dari pakar yang memiliki ilmu mengenai Penyakit Jantung Koroner. Narasumber sekaligus pakar merupakan seorang dokter spesialis jantung dan pembuluh darah, yaitu dr. Dewi Hapsari, SpJP FIHA.

### B. Analisis Kebutuhan

Pada tahap analisis kebutuhan akan dilakukan identifikasi dan analisa terhadap data-data yang telah diperoleh pada saat proses pengumpulan data.

### C. Perancangan

Pada tahap perancangan, dilakukan pembuatan rancangan dari sistem yang dibangun. Rancangan tersebut berupa *usecase diagram*, *activity diagram*, perancangan basisdata, serta *mockup*.

### D. Implementasi

Pada tahap implementasi, sistem dibangun berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Sistem dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman *PHP*, *MySQL*, dan *framework CodeIgniter*.

### E. Pengujian

Tahap pengujian merupakan tahap terakhir setelah sistem selesai dibuat. Pengujian bertujuan untuk mengetahui apakah sistem sudah bekerja dengan baik sesuai dengan yang

diharapkan. Pengujian sistem dilakukan dengan tiga cara, yaitu pengujian manual, pengujian akurasi, dan pengujian pakar. Pengujian manual dilakukan dengan membandingkan kesesuaian antara perhitungan manual dan perhitungan sistem. Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran sistem dengan hasil yang diperoleh dari perhitungan berdasarkan pedoman penelitian, yaitu *Framingham Risk Score* yang direkomendasikan oleh dr. Dewi Hapsari, SpJP FIHA, untuk dijadikan pedoman. Sedangkan pengujian pakar dilakukan dengan pengisian kuisioner oleh pakar untuk mengetahui pendapat beliau tersebut terkait sistem yang dibangun.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Identifikasi Masalah

Hal yang menjadi pokok permasalahan di dalam penelitian ini adalah masih minimnya media bagi masyarakat awam untuk melakukan pengecekan tingkat risiko Penyakit Jantung Koroner secara mandiri. Oleh karena itu, sistem ini dibangun untuk menjadi sebuah media alternatif yang dapat digunakan oleh masyarakat awam untuk melakukan pendeteksian tingkat risiko Penyakit Jantung Koroner berdasarkan beberapa faktor-faktor risikonya secara mandiri serta memperoleh saran penanganan atau bahkan pencegahan dini yang sesuai dengan hasil tingkat risiko yang dimiliki.

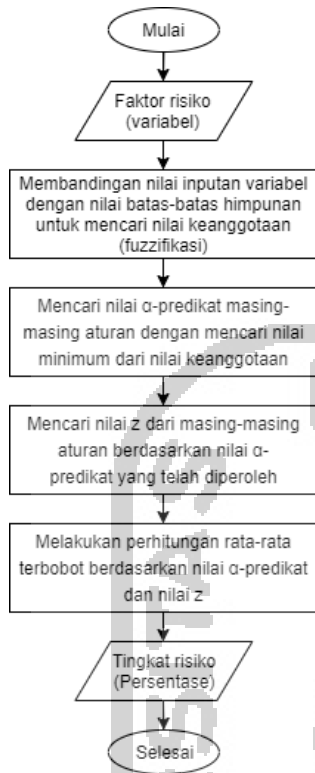
### B. Gambaran Umum Sistem

Secara umum, sistem yang akan dibangun adalah sebuah sistem berbasis web yang merupakan sebuah sistem untuk mendeteksi tingkat risiko Penyakit Jantung Koroner berdasarkan faktor-faktor risikonya, apakah rendah, moderate, tinggi, atau sangat tinggi. Sasaran dari sistem ini adalah *client* yang merupakan masyarakat umum atau masyarakat awam.

Sistem ini dibuat dengan menerapkan perhitungan matematis dari Sistem Inferensi Fuzzy Metode *Tsukamoto*. Dalam penerapannya, metode ini menggunakan aturan-aturan yang terdiri dari variabel yang merupakan faktor risiko dari Penyakit Jantung Koroner.

Sistem ini bekerja dengan melakukan perhitungan terhadap input yang berupa faktor risiko sebagai variabelnya, seperti usia, tekanan darah sistolik, kadar kolesterol total, kadar HDL, status merokok, dan status treatment hipertensi. Sistem akan melakukan perhitungan pada variabel-variabel tersebut untuk mencari nilai keanggotaannya. Setelah memperoleh nilai keanggotaan masing-masing variabel, sistem akan menghitung nilai  $\alpha$ -predikat dan nilai  $z$  dari masing-masing aturan yang tersedia. Setelah memperoleh nilai  $\alpha$ -predikat dan nilai  $z$  masing-masing aturan, maka dilakukan perhitungan untuk menghitung rata-rata terbobot untuk memperoleh nilai persentase yang menunjukkan seberapa tinggi risiko Penyakit Jantung Koroner *client* tersebut. Nantinya sistem dapat menampilkan hasil persentase beserta keterangan tingkat risikonya serta menampilkan saran penanganan atau pencegahan yang sesuai dengan hasil yang diperoleh. Sistem juga dapat menyimpan hasil sebagai riwayat dan dapat diakses kembali di kemudian hari.

Adapun gambaran dari alur penalaran sistem ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Flowchart Alur Penalaran Sistem

### C. Model Keputusan

Model keputusan yang digunakan di dalam penelitian ini adalah Sistem Inferensi Fuzzy Metode Tsukamoto. Terdapat beberapa variabel yang merupakan faktor risiko dari Penyakit Jantung Koroner. Data-data berupa faktor risiko yang diperoleh berdasarkan studi literatur dari jurnal-jurnal ilmiah yang mengacu pada *The Framingham Heart Study – Framingham Risk Score For Hard Coronary Heart Disease (10-year risk)* atas rekomendasi dari pakar yaitu dr. Dewi Hapsari Suprobo, SpJP FIHA, untuk dijadikan pedoman. Adapun variabel-variabel yang terdapat di dalam penelitian ini antara lain :

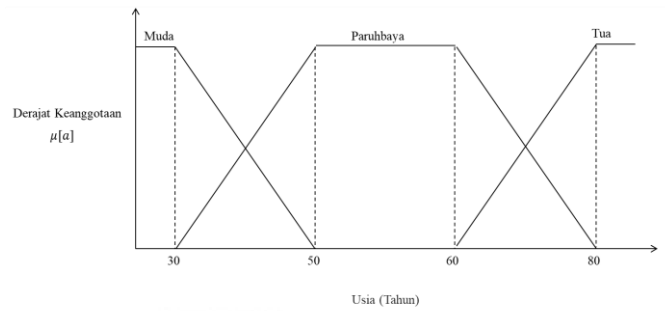
Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan	Satuan
Input	Usia	[30, 80]	Tahun
	Tekanan Darah Sistolik	[120,160]	mmHg
	Kolesterol Total	[160, 280]	mg/dL
	HDL	[35, 60]	mg/dL

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan
Input	Status Merokok	[0,1]
	Status Treatment Hipertensi	[0,1]

Setiap variabel yang terdapat di dalam penelitian ini memiliki fungsi keanggotaan masing-masing yang dijabarkan sebagai berikut :

#### 1. Variabel Usia

Variabel Usia memiliki 3 himpunan, yaitu MUDA, PARUHBAYA, TUA. Adapun fungsi keanggotaan dari variabel usia ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Fungsi Keanggotaan Variabel Usia

Adapun rumus fungsi keanggotaan dari variabel Usia adalah sebagai berikut :

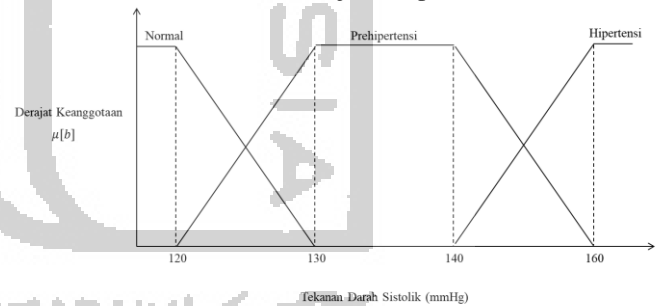
$$\mu_{MUDA}[a] = \begin{cases} 0; & a \geq 50 \\ \frac{50 - a}{50 - 30}; & 30 \leq a \leq 50 \\ 1; & a \leq 30 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{PARUHBAYA}[a] = \begin{cases} 0; & a \leq 30 \text{ atau } a \geq 80 \\ \frac{a - 30}{50 - 30}; & 30 \leq a \leq 50 \\ 1; & 50 \leq a \leq 60 \\ \frac{80 - a}{80 - 60}; & 60 \leq a \leq 80 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{TUA}[a] = \begin{cases} 0; & a \leq 60 \\ \frac{a - 60}{80 - 60}; & 60 \leq a \leq 80 \\ 1; & a \geq 80 \end{cases} \quad (3)$$

#### 2. Variabel Tekanan Darah Sistolik

Variabel Tekanan Darah Sistolik memiliki 3 himpunan, yaitu NORMAL, PREHIPERTENSI, HIPERTENSI. Adapun fungsi keanggotaan dari variabel tekanan darah sistolik ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Fungsi Keanggotaan Variabel Tekanan Darah Sistolik

Adapun fungsi keanggotaan dari variabel Tekanan Darah Sistolik adalah sebagai berikut :

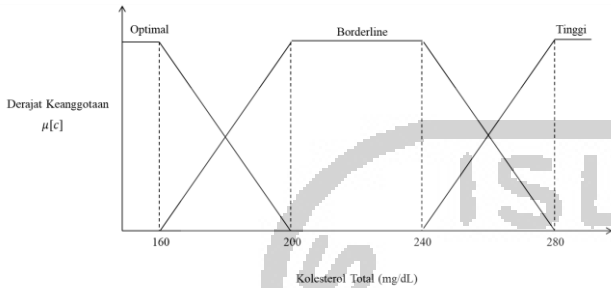
$$\mu_{NORMAL}[b] = \begin{cases} 0; & b \geq 130 \\ \frac{130 - b}{130 - 120}; & 120 \leq b \leq 130 \\ 1; & b \leq 120 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{PREHIPERTENSI}[b] = \begin{cases} 0; & b \leq 120 \text{ atau } b \geq 160 \\ \frac{b - 120}{130 - 120}; & 120 \leq b \leq 130 \\ 1; & 130 \leq b \leq 140 \\ \frac{160 - b}{160 - 140}; & 140 \leq b \leq 160 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{HIPERTENSI}[b] = \begin{cases} 0; & b \leq 140 \\ \frac{b-140}{160-140}; & 140 \leq b \leq 160 \\ 1; & b \geq 160 \end{cases} \quad (6)$$

### 3. Variabel Kolesterol Total

Variabel Kolesterol memiliki 3 himpunan, yaitu OPTIMAL, BORDERLINE, TINGGI. Adapun fungsi keanggotaan dari variabel kolesterol ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Fungsi Keanggotaan Variabel Kolesterol Total

Adapun fungsi keanggotaan dari variabel Kolesterol Total adalah sebagai berikut :

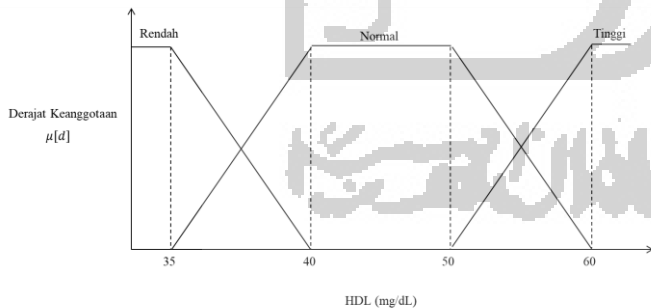
$$\mu_{OPTIMAL}[c] = \begin{cases} 0; & c \geq 200 \\ \frac{200-c}{200-160}; & 160 \leq c \leq 200 \\ 1; & c \leq 160 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{BORDERLINE}[c] = \begin{cases} 0; & c \leq 160 \text{ atau } c \geq 280 \\ \frac{c-160}{200-160}; & 160 \leq c \leq 200 \\ 1; & 200 \leq c \leq 240 \\ \frac{280-c}{280-240}; & 240 \leq c \leq 280 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{TINGGI}[c] = \begin{cases} 0; & c \leq 240 \\ \frac{c-240}{280-240}; & 240 \leq c \leq 280 \\ 1; & c \geq 280 \end{cases} \quad (9)$$

### 4. Variabel HDL

Variabel HDL memiliki 3 himpunan, yaitu RENDAH, NORMAL, TINGGI. Adapun fungsi keanggotaan dari variabel HDL ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Fungsi Keanggotaan Variabel HDL

Adapun fungsi keanggotaan dari variabel HDL adalah sebagai berikut :

$$\mu_{RENDAH}[d] = \begin{cases} 0; & d \geq 40 \\ \frac{40-d}{40-35}; & 35 \leq d \leq 40 \\ 1; & d \leq 35 \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu_{NORMAL}[d] = \begin{cases} 0; & d \leq 35 \text{ atau } d \geq 60 \\ \frac{d-35}{40-35}; & 35 \leq d \leq 40 \\ 1; & 40 \leq d \leq 50 \\ \frac{60-d}{60-50}; & 50 \leq d \leq 60 \end{cases} \quad (11)$$

$$\mu_{TINGGI}[d] = \begin{cases} 0; & d \leq 50 \\ \frac{d-50}{60-50}; & 50 \leq d \leq 60 \\ 1; & d \geq 60 \end{cases} \quad (12)$$

### 5. Variabel Merokok

Variabel Merokok merupakan himpunan non-Fuzzy yang memiliki 2 himpunan, yaitu YA dan TIDAK. Adapun fungsi keanggotaan dari variabel Merokok adalah sebagai berikut :

$$\mu_{YA}[e] = \begin{cases} 1; & e = Ya \\ 0; & e = Tidak \end{cases} \quad (13)$$

$$\mu_{TIDAK}[e] = \begin{cases} 0; & e = Ya \\ 1; & e = Tidak \end{cases} \quad (14)$$

### 6. Variabel Treatment Hipertensi

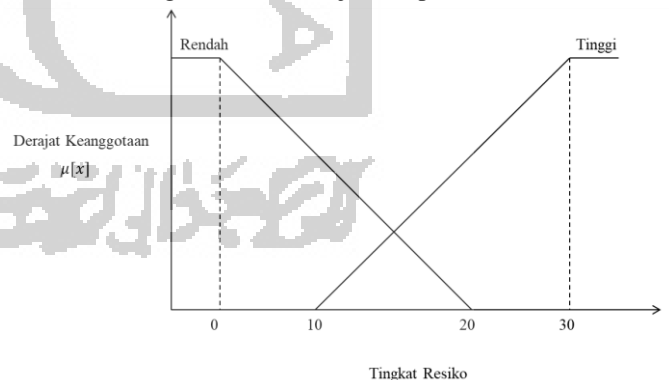
Variabel treatment hipertensi memiliki 2 himpunan, yaitu YA dan TIDAK. Adapun fungsi keanggotaan dari variabel treatment hipertensi adalah sebagai berikut :

$$\mu_{YA}[f] = \begin{cases} 1; & f = Ya \\ 0; & f = Tidak \end{cases} \quad (15)$$

$$\mu_{TIDAK}[f] = \begin{cases} 0; & f = Ya \\ 1; & f = Tidak \end{cases} \quad (16)$$

### 7. Variabel Risiko Penyakit Jantung Koroner

Variabel Tingkat Risiko memiliki 2 himpunan, yaitu RENDAH dan TINGGI. Adapun fungsi keanggotaan dari variabel tingkat risiko ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Fungsi Keanggotaan Tingkat Risiko Penyakit Jantung Koroner

Adapun fungsi keanggotaan dari variabel Tingkat Risiko Penyakit Jantung Koroner adalah sebagai berikut :

$$\mu_{RENDAH}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 20 \\ \frac{20-x}{20-0}; & 0 \leq x < 20 \\ 1; & x \leq 0 \end{cases} \quad (17)$$

$$\mu_{TINGGI}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 10 \\ \frac{x-10}{30-10}; & 10 \leq x < 30 \\ 1; & x \geq 30 \end{cases} \quad (18)$$

#### D. Tabel Aturan

Tabel ini berisi daftar aturan yang digunakan untuk melakukan tahap inferensi, yaitu mencari  $\alpha_i$  dan nilai  $z_i$ . Total jumlah aturan yang akan digunakan adalah 162 aturan. Berikut adalah beberapa contoh aturan tersebut.

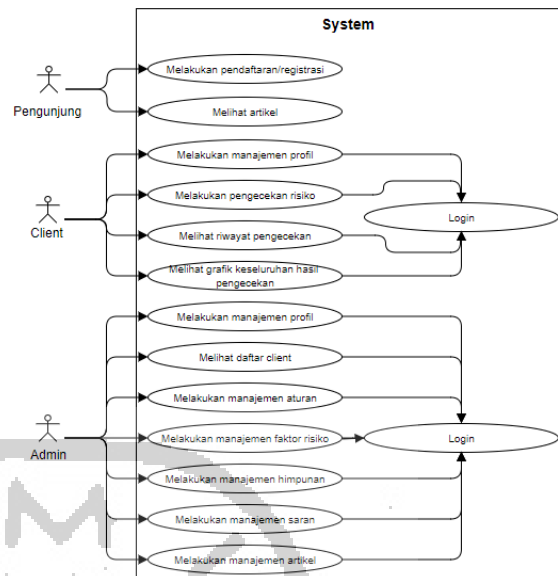
TABLE I. TABEL ATURAN

Nama	Aturan
R1	IF USIA MUDA AND SISTOLIK NORMAL AND KOLESTEROL TOTAL OPTIAL AND HDL RENDAH AND MEROKOK YA AND TREATMENT HIPERTENSI YA THEN RISIKO RENDAH
R2	IF USIA MUDA AND SISTOLIK PREHIPERTENSI AND KOLESTEROL TOTAL OPTIMAL AND HDL RENDAH AND MEROKOK YA AND TREATMENT HIPERTENSI YA THEN RISIKO RENDAH
R3	IF USIA MUDA AND SISTOLIK HIPERTENSI AND KOLESTEROL TOTAL OPTIMAL AND HDL RENDAH AND MEROKOK YA AND TREATMENT HIPERTENSI YA THEN RISIKO RENDAH
R4	IF USIA MUDA AND SISTOLIK NORMAL AND KOLESTEROL TOTAL BORDERLINE AND HDL RENDAH AND MEROKOK YA AND TREATMENT HIPERTENSI YA THEN RISIKO
R5	IF USIA MUDA AND SISTOLIK PREHIPERTENSI AND KOLESTEROL TOTAL BORDERLINE AND HDL RENDAH AND MEROKOK YA AND TREATMENT HIPERTENSI YA THEN RISIKO RENDAH
...	...
R158	IF USIA TUA AND SISTOLIK PREHIPERTENSI AND KOLESTEROL TOTAL BORDERLINE AND HDL TINGGI THEN RISIKO TINGGI
R159	IF USIA TUA AND SISTOLIK HIPERTENSI AND KOLESTEROL TOTAL BORDERLINE AND HDL TINGGI THEN RISIKO TINGGI
R160	IF USIA TUA AND SISTOLIK NORMAL AND KOLESTEROL TOTAL TINGGI AND HDL TINGGI THEN RISIKO TINGGI
R161	IF USIA TUA AND SISTOLIK PREHIPERTENSI AND KOLESTEROL TOTAL TINGGI AND HDL TINGGI THEN RISIKO TINGGI
R162	IF USIA TUA AND SISTOLIK HIPERTENSI AND KOLESTEROL TOTAL TINGGI AND HDL TINGGI THEN RISIKO TINGGI

#### E. Perancangan

##### 1. Usecase Diagram

Usecase Diagram merupakan salah satu perancangan yang digunakan untuk mengetahui jumlah aktor atau user yang terlibat dalam sebuah sistem. Selain itu, tujuan dari perancangan usecase diagram ini adalah untuk memberikan gambaran terkait aktivitas apa saja yang dapat dilakukan oleh user dari sistem yang dibangun. Adapun usecase diagram dari sistem yang dibangun ditunjukkan pada Gambar 7.

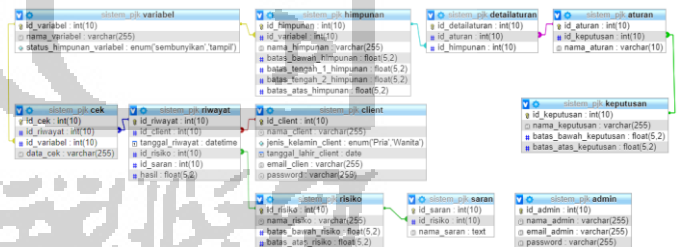


Gambar 7 Usecase Diagram

Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa terdapat tiga user yang ada di dalam sistem, yaitu pengunjung, client, dan admin. Masing-masing user memiliki hak akses masing-masing. Pengunjung atau user yang belum terdaftar dapat melakukan pendaftaran atau registrasi dan melihat artikel. Client atau user yang sudah terdaftar dapat melakukan manajemen profil, melakukan pengecekan risiko, melihat riwayat pengecekan, dan melihat grafik keseluruhan hasil pengecekan. Admin dapat melakukan manajemen profil, manajemen aturan, manajemen faktor risiko, manajemen himpunan, manajemen saran, dan manajemen artikel. Untuk client dan admin perlu melakukan login untuk mendapatkan hak akses.

##### 2. Relasi Tabel

Relasi tabel adalah relasi yang dibuat untuk menghubungkan antara satu tabel dengan tabel yang lainnya. Adapun relasi tabel ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Relasi Tabel

#### F. Implementasi

Implementasi dilakukan untuk mencoba menerapkan kinerja dari sistem yang telah dibuat. Berikut adalah implementasi dari fitur pengecekan risiko.

Halaman pengecekan risiko merupakan halaman yang digunakan oleh client untuk menginputkan data yang

diperlukan untuk pengecekan risiko. Implementasi dari halaman pengecekan risiko dapat dilihat pada Gambar 9.

Gambar 9 Implementasi Halaman Pengecekan Risiko

Setelah *client* menginputkan data, maka sistem akan melakukan perhitungan. Kemudian sistem akan mengarahkan ke halaman hasil pengecekan untuk menampilkan hasil. Implementasi dari halaman pengecekan risiko dapat dilihat pada Gambar 10.

Gambar 10 Implementasi Halaman Hasil Pengecekan

Apabila *client* ingin melihat riwayat pengecekan yang pernah dilakukan, maka dapat membuka menu riwayat. Implementasi dari halaman riwayat dapat dilihat pada gambar 11.

Gambar 11 Implementasi Halaman Riwayat

### G. Pengujian

Pengujian merupakan tahap terakhir yang bertujuan untuk menguji apakah sistem dibangun sudah bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan yang dibuat. Pengujian sistem ini dilakukan dengan tiga cara, yaitu pengujian manual, pengujian akurasi, dan pengujian pakar.

#### 1. Pengujian Manual

Pengujian manual dilakukan untuk membandingkan hasil perhitungan secara manual dengan hasil perhitungan oleh sistem. Apabila hasil perhitungan secara manual dengan hasil perhitungan sistem sama, maka pengujian manual telah valid dan sesuai. Pengujian ini akan menggunakan salah satu contoh kasus sebagai berikut :

Nama	: Muslikah
Usia	: 58 Tahun
Tekanan Darah Sistolik	: 116 mmHg
Kolesterol Total	: 220 mg/dL
HDL	: 39 mg/dL
Treatment Hipertensi	: Tidak
Merokok	: Tidak

#### a. Fuzzifikasi

Dari hasil perhitungan manual, diperoleh hasil fuzzifikasi sebagai berikut :

TABLE II. TABEL HASIL FUZZIFIKASI

Variabel	Himpunan	Nilai Keanggotaan
Usia	Muda	0
	Paruhbaya	1
	Tua	0
Tekanan Darah Sistolik	Normal	1
	Prehipertensi	0
	Hipertensi	0
Kolesterol Total	Optimal	0
	Borderline	1
	Tinggi	0
HDL	Rendah	0,2
	Normal	0,8
	Tinggi	0
Merokok	Ya	0
	Tidak	1
Treatment Hipertensi	Ya	0
	Tidak	1

Tabel di atas menunjukkan hasil nilai keanggotaan yang diperoleh dari masing-masing nilai faktor risiko yang diinputkan oleh *client*.

b. Inferensi

Dari perhitungan manual, diperoleh hasil inferensi sebagai berikut :

TABLE III. TABEL HASIL INFERENSI

Aturan	$\alpha$	Nilai zn
R1	0	20
R2	0	20
R3	0	20
R4	0	20
R5	0	20
.	.	.
R112	0,2	16
.	.	.
R121	0,8	4
.	.	.
R161	0	15
R162	0	15

Berdasarkan hasil perhitungan manual, diperoleh nilai  $\alpha_{112} = 0,2$  dan  $z_{112} = 16$  serta  $\alpha_{121} = 0,8$  dan  $z_{121} = 4$ .

c. Defuzzifikasi

Dari perhitungan manual, diperoleh hasil defuzzifikasi sebagai berikut :

$$Z_{total} = \frac{(0 * 0) + (0 * 0) + \dots + (0,2 * 16) + (0,8 * 4) + \dots (0 * 0)}{0 + 0 + \dots + 0,2 + 0,8 + \dots + 0} = 6,4$$

Berdasarkan rumus di atas, diperoleh hasil defuzzifikasi sebesar 6,4. Sedangkan pada perhitungan sistem, diperoleh hasil sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 12.

Hasil Pengecekan

---

Data Cek Anda

Usia	: 58.00
Sistolik	: 116.00
Kolesterol Total	: 220.00
HDL	: 39.00
Merokok	: Tidak
Treatment Hipertensi	: Tidak

---

Persentase Risiko Anda

**6.4 %**

---

Keterangan Risiko Anda

Rendah

Gambar 12 Hasil perhitungan sistem

Perhitungan pada sistem juga menunjukkan hasil yang sama dengan hasil perhitungan manual, yaitu 6,4.

2. Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan untuk membandingkan tingkat akurasi sistem dengan hasil perhitungan risiko Penyakit Jantung Koroner menggunakan *Framingham Risk Score*. Pengujian ini menggunakan 6 data uji. Adapun data-data tersebut adalah sebagai berikut sebagai berikut :

TABLE IV. TABEL DATA UJI

No	Jenis Kelamin	Usia	Sistolik	Kolesterol	HDL	Merokok	Treatment hipertensi
1.	Wanita	58	116	220	39	Tidak	Tidak
2.	Wanita	66	130	230	41	Tidak	Ya
3.	Wanita	45	129	210	43	Tidak	Tidak
4.	Pria	71	158	220	41	Tidak	Ya
5.	Pria	60	126	225	38	Ya	Tidak
6.	Pria	55	122	198	42	Tidak	Tidak

Dari data-data di atas, dilakukan pengecekan dengan *Framingham Risk Score* dan dengan sistem, kemudian kedua hasil perhitungan dibandingkan kesesuaiannya. Adapun hasil pengujian akurasi ditunjukkan pada tabel V.

TABLE V. TABEL PENGUJIAN AKURASI

No.	Hasil FRS	Keterangan	Hasil Sistem	Keterangan	Kecocokan
1.	2%	Rendah	6,4%	Rendah	Cocok
2.	8%	Rendah	9%	Rendah	Cocok
3.	1%	Rendah	9,25%	Rendah	Cocok
4.	20%	Moderate	16,25%	Moderate	Cocok
5.	16%	Moderate	10,67%	Moderate	Cocok
6.	8%	Rendah	7,55%	Rendah	Cocok

Dari tabel pengujian akurasi, dapat dilihat bahwa hasil kecocokan keterangan risiko adalah sebesar 100% namun dengan hasil persentase yang berbeda.

3. Pengujian Pakar

Pengujian pakar dilakukan mengetahui pendapat pakar mengenai sistem yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan pengisian kuisioner oleh pakar. Adapun tabel berisi daftar pertanyaan untuk kuisioner ditunjukkan pada tabel VI.

TABLE VI. TABEL PERTANYAAN KUISIONER

No	Pertanyaan
1.	Sistem mudah digunakan
2.	Sistem mudah dipahami
3.	Fitur yang ada dapat membantu orang awam untuk melakukan pengecekan tingkat risiko Penyakit Jantung Koroner
4.	Penerapan Sistem Inferensi Fuzzy Metode Tsukamoto sudah dapat memberikan hasil yang sesuai
5.	Faktor Risiko yang digunakan sudah sesuai dengan pedoman yang digunakan
6.	Sistem sudah efektif
7.	Sistem sudah efisien
8.	Sistem dapat memberikan hasil yang akurat
9.	Sistem dapat memberikan kesimpulan yang mudah dipahami oleh orang awam yang akan menggunakan sistem
10.	Sistem dapat memberikan saran yang tepat dan mudah dipahami

Terdapat 5 jawaban untuk masing-masing pertanyaan, yaitu sangat tidak setuju, tidak setuju, cukup setuju, setuju, dan sangat setuju. Adapun jawaban dari kuisioner ditunjukkan pada tabel VII.

TABLE VII. TABEL HASIL KUISIONER PAKAR

No	Pertanyaan	STS	TS	CS	S	SS
1.	Sistem mudah digunakan					1
2.	Sistem mudah dipahami					1
3.	Fitur yang ada sudah cukup membantu orang awam untuk melakukan pengecekan tingkat risiko Penyakit Jantung Koroner				1	
4.	Penerapan Sistem Inferensi Fuzzy Metode Tsukamoto sudah dapat memberikan hasil yang sesuai			1		
5.	Faktor Risiko yang digunakan sudah sesuai dengan pedoman yang digunakan				1	
6.	Sistem sudah efektif				1	
7.	Sistem sudah efisien				1	
8.	Sistem dapat memberikan hasil yang akurat			1		
9.	Sistem dapat memberikan kesimpulan yang mudah dipahami oleh orang awam yang akan menggunakan sistem				1	
10.	Sistem dapat memberikan saran yang tepat dan mudah dipahami				1	

Berdasarkan jawaban dari masing-masing pertanyaan pada kuisisioner, diperoleh hasil sebagai berikut :

TABLE VIII. TABEL FREKUENSI DATA HASIL KUISIONER

Jawaban	$f_i$
STS	0
TS	0
CS	2
S	6
SS	2
<b>Total</b>	<b>10</b>

Dari data-data pada tabel 5.7, dilakukan perhitungan frekuensi relatif dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Frekuensi Relatif} = \frac{f_i}{\sum f_i} \times 100\% \quad (5.1)$$

$$= \frac{f_i}{10} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi Relatif CS} = \frac{2}{10} \times 100\%$$

$$= 20\%$$

$$\text{Frekuensi Relatif S} = \frac{6}{10} \times 100\%$$

$$= 60\%$$

$$\text{Frekuensi Relatif SS} = \frac{2}{10} \times 100\%$$

$$= 20\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibuat sudah sesuai. Hal ini ditunjukkan oleh persentase jawaban S (Setuju) dan S (Sangat Setuju) apabila dijumlahkan adalah sebesar 80%. Sedangkan jawaban CS (Cukup Setuju) memperoleh hasil persentase sebesar 20%, sebab walaupun hasil keterangan tingkat risiko sudah cocok dengan hasil FRS, namun hasil keluaran persentase tingkat risiko tidak sama. Pakar juga memberikan saran terkait faktor risiko jenis kelamin agar dapat ditambahkan untuk memperoleh hasil yang lebih akurat.

#### IV. KESIMPULAN

Secara umum, penelitian yang dilakukan adalah mengenai bagaimana membangun sebuah sistem pakar yang dapat melakukan pendeteksian tingkat risiko Penyakit Jantung Koroner dengan menerapkan Sistem Inferensi Fuzzy Metode Tsukamoto, yang dapat menjadi media alternatif bagi masyarakat awam untuk melakukan pengecekan tingkat risiko secara mandiri. Sistem yang telah dibangun berpedoman pada metode *Framingham Risk Score* dengan menggunakan 6 faktor risiko Penyakit Jantung Koroner sebagai variabelnya. Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang penulis dapat sebagai berikut:

- Hasil pengujian manual menunjukkan bahwa perhitungan yang dilakukan oleh sistem telah berhasil menghasilkan nilai output yang sama dengan hasil perhitungan secara manual.
- Hasil pengujian akurasi menunjukkan bahwa berdasarkan 6 data uji yang ada, tingkat akurasi sistem jika dibandingkan dengan hasil keterangan perhitungan tingkat risiko dari *Framingham Risk Score* adalah sebesar 100% namun dengan hasil persentase yang berbeda.
- Hasil pengujian pakar menunjukkan bahwa sistem yang dibuat sudah cukup sesuai, ditunjukkan dengan hasil perhitungan frekuensi relatif dari kuisisioner sebesar 80%.

Dari hasil yang telah diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa Sistem Inferensi Fuzzy Metode Tsukamoto yang diterapkan untuk melakukan pendeteksian tingkat risiko Penyakit Jantung Koroner dapat memberikan hasil yang baik dan sesuai.

#### REFERENSI

- [1] F. Amelia and M. Azam, "FAKTOR RISIKO YANG BERHUBUNGAN DENGAN PENYAKIT JANTUNG KORONER PADA USIA DEWASA MADYA (41-60 TAHUN) (Studi Kasus di RS Umum Daerah Kota Semarang)," *Unnes J. Public Heal.*, vol. 4, no. 2, 2015.
- [2] Kemenkes RI, "Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2013," *Lap. Nas.* 2013, 2013.
- [3] Kemenkes RI, "Penyakit Jantung Penyebab Kematian Tertinggi," *Kementrian Kesehatan Republik Indonesia*, 2017. [Online]. Available: <https://www.depkes.go.id/article/view/17073100005/penyakit-jantung-penyebab-kematian-tertinggi-kemenkes-ingatkan-cerdik.html>. [Accessed: 09-Nov-2019].
- [4] WHO, "Cardiovascular diseases (CVDs)," 2017. [Online]. Available: <https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases/>. [Accessed: 28-Oct-2019].
- [5] R. B. D'Agostino *et al.*, "General cardiovascular risk profile for use



in primary care: The Framingham Heart Study,” *Circulation*, vol. 117, no. 6, pp. 743–753, Feb. 2008.

[6] S. Kusumadewi, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, 1st ed. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.

