

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Logika Fuzzy

Menurut (Kusumadewi, 2004), logika *fuzzy* dikatakan sebagai sebuah cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam ruang output. Selain itu, ada beberapa alasan logika *fuzzy* digunakan oleh orang, di antaranya, memiliki konsep logika yang mudah dipahami, sangat fleksibel, memiliki toleransi data-data yang tidak tepat, mampu memodelkan fungsi-fungsi non linear yang kompleks, membangun dan menerapkan pengalaman pakar secara langsung, secara langsung, bekerjasama dengan teknik kendali secara konvensional, serta didasarkan pada bahasa alami (Kusumadewi, 2004).

Dalam logika *fuzzy*, terdapat 2 macam himpunan, yaitu himpunan *crisp* (tegas) dan himpunan *fuzzy* (samar). Himpunan *crisp* atau himpunan tegas merupakan himpunan yang hanya memiliki 2 nilai keanggotaan, yaitu nilai 0 dan 1. Sedangkan himpunan *fuzzy* merupakan himpunan yang memiliki cakupan nilai keanggotaan yang berada pada rentang antara 0 sampai 1 (Kusumadewi, 2004). Artinya, pada himpunan *crisp*, suatu nilai hanya berada pada nilai 0 atau 1 saja. Sedangkan pada himpunan *fuzzy*, nilai tersebut tidak hanya berada pada 0 atau 1 saja, melainkan dapat memiliki nilai 0, 1, atau di antara 0 dan 1. Dengan kata lain, nilai kebenaran itu tersebut tidak hanya memiliki nilai benar atau nilai salah

Menurut (Kusumadewi, 2004), terdapat 2 buah atribut yang ada di dalam himpunan *fuzzy*, yaitu atribut linguistik dan atribut numerik. Atribut linguistik merupakan pemberian nama pada suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu menggunakan bahasa manusia yang tujuannya agar dapat lebih mudah dipahami. Sedangkan atribut numerik merupakan nilai yang merepresentasikan ukuran dengan angka yang menunjukkan nilai atau ukuran yang pasti terhadap suatu variabel.

2.1.1 Fungsi Keanggotaan Fuzzy

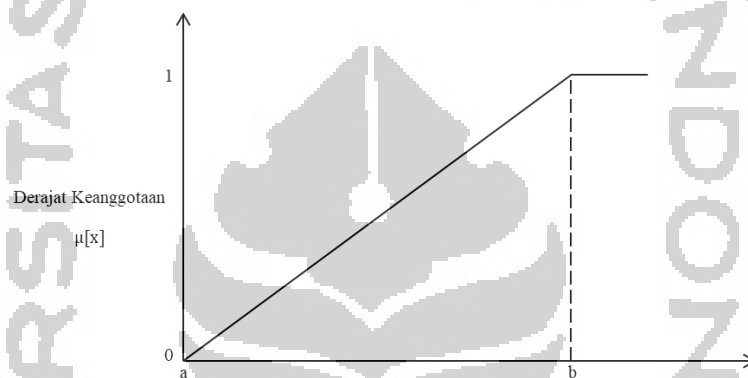
Fungsi keanggotaan merupakan kurva yang digunakan untuk menunjukkan pemetaan titik input suatu data ke dalam nilai yang keanggotaannya berada pada interval 0 dan 1 (Kusumadewi, 2004). Adapun fungsi-fungsi keanggotaan tersebut antara lain :

a. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Representasi Linier

Fungsi ini merepresentasikan pemetaan input terhadap derajat keanggotaannya dengan garis lurus. Representasi linier dibagi menjadi 2, di antaranya :

1. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Representasi Linier Naik

Fungsi keanggotaan ini digambarkan dengan sebuah garis lurus dari derajat keanggotaan 0 menuju derajat keanggotaan yang lebih tinggi. Nilai yang ada di dalam rentang tersebut disebut dengan nilai domain. Adapun fungsi keanggotaan tersebut ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Representasi Linier Naik

Gambar di atas merupakan derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* yang direpresentasikan dengan kurva linier naik. Dari kurva tersebut, dapat dilihat bahwa rentang nilai keanggotaannya adalah dari 0 sampai 1. Apabila nilai $\mu[x]$ cenderung mendekati nilai 0, maka kemungkinan x merupakan anggota dari suatu himpunan semakin kecil. Namun jika nilai $\mu[x]$ cenderung mendekati nilai 1, maka kemungkinan x merupakan anggota dari suatu himpunan semakin besar. Garis putus-putus di dalam kurva menandakan batas antara domain a sampai b dan domain lebih besar dari atau sama dengan b .

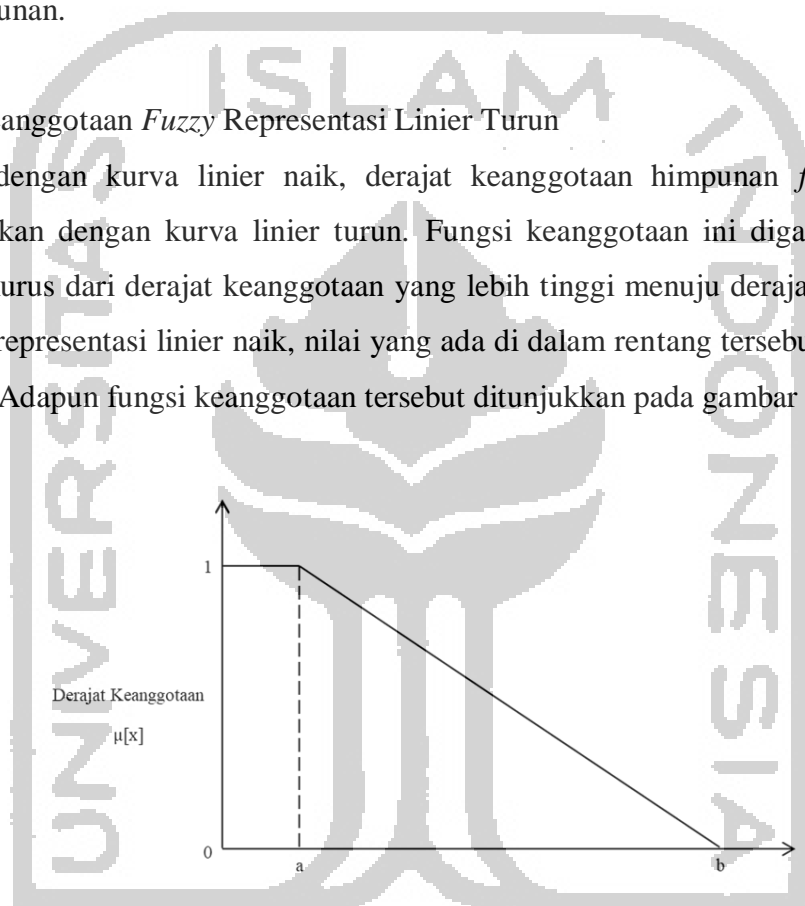
Adapun rumus untuk menghitung fungsi keanggotaan yang direpresentasikan dengan kurva linier naik adalah sebagai berikut :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2.1)$$

Dari rumus di atas, dapat dilihat bahwa apabila x yang dicari nilai keanggotaannya bernilai lebih kecil atau sama dengan a , maka nilai keanggotaannya nol atau dikatakan bukan anggota. Apabila nilai x berada di antara nilai a dan b , maka nilai keanggotaannya dapat dihitung dengan rumus nilai dari x tersebut dikurangi batas bawah (a) kemudian dibagi dengan hasil batas atas (b) dikurangi batas bawah (a). Sedangkan apabila nilai x lebih besar atau sama dengan b , maka nilai keanggotaannya satu atau dikatakan merupakan sepenuhnya anggota himpunan.

b. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Representasi Linier Turun

Selain dengan kurva linier naik, derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* juga dapat direpresentasikan dengan kurva linier turun. Fungsi keanggotaan ini digambarkan dengan sebuah garis lurus dari derajat keanggotaan yang lebih tinggi menuju derajat keanggotaan 0. Sama seperti representasi linier naik, nilai yang ada di dalam rentang tersebut disebut dengan nilai domain. Adapun fungsi keanggotaan tersebut ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Representasi Linier Turun

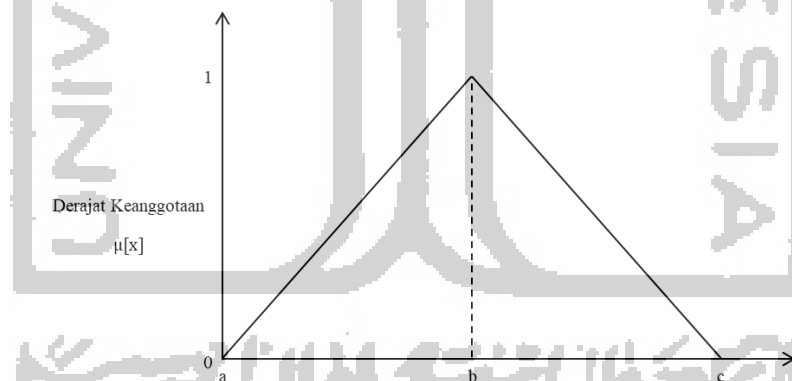
Perbedaan dari representasi kurva linier naik dan kurva linier turun terletak pada rumus untuk menghitung fungsi keanggotaannya. Garis putus-putus di dalam kurva menandakan batas antara domain a sampai b dan domain lebih kecil dari atau sama dengan a . Adapun rumus yang diterapkan untuk kurva linier turun adalah sebagai berikut :

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.2)$$

Dari rumus di atas, dapat dilihat bahwa apabila nilai x yang dicari nilai keanggotaannya bernilai lebih besar atau sama dengan b , maka nilai keanggotaannya nol atau dikatakan bukan anggota. Apabila nilai x berada di antara nilai a dan b , maka nilai keanggotaannya dapat dihitung dengan rumus batas atas (b) dikurangi nilai dari x tersebut kemudian dibagi dengan hasil batas atas (b) dikurangi batas bawah (a). Sedangkan apabila nilai x lebih kecil atau sama dengan a , maka nilai keanggotaannya satu atau dikatakan merupakan sepenuhnya anggota himpunan.

c. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Representasi Kurva Segitiga

Representasi kurva segitiga merupakan gabungan dari linier naik dan linier turun. Kurva ini biasanya digunakan untuk merepresentasikan keanggotaan himpunan normal. Adapun fungsi keanggotaan tersebut



Gambar 2. 3 Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Representasi Kurva Segitiga

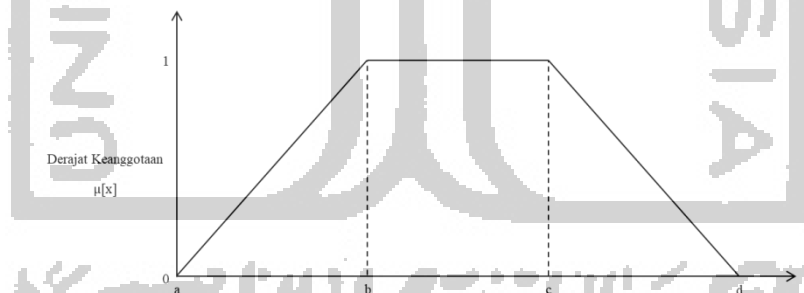
Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa representasi kurva segitiga merupakan gabungan dari linier naik dan linier turun. Garis putus-putus di dalam kurva menjadi penanda batas domain antara domain a sampai b dan b sampai c . Maka dari itu, rumus yang diterapkan juga merupakan gabungan dari keduanya. Adapun rumus yang diterapkan untuk kurva segitiga adalah sebagai berikut :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.3)$$

Dari rumus di atas, dapat dilihat bahwa nilai x akan memiliki nilai keanggotaan nol atau bukan anggota jika ia lebih kecil atau sama dengan nilai a atau lebih besar atau sama dengan nilai c . Apabila ia berada di domain antara nilai a dan nilai b , maka nilai keanggotaannya akan dihitung dengan rumus nilai x dikurangi batas bawah (a) kemudian dibagi dengan batas atas (b) dikurangi batas bawah (a). Sedangkan apabila ia berada di domain antara nilai b dan nilai c , maka nilai keanggotaannya dihitung dengan rumus batas atas (c) dikurangi nilai x kemudian dibagi batas atas (c) dikurangi batas bawah (b).

d. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Representasi Kurva Trapesium

Representasi kurva trapesium merupakan gabungan dari kurva linier naik dan linier turun seperti kurva segitiga. Namun ada satu domain yang memungkinkan beberapa nilai memiliki nilai keanggotaan satu, sehingga menyebabkan kurva tidak menyatu seperti kurva segitiga. Adapun fungsi keanggotaan tersebut.



Gambar 2. 4 Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Representasi Kurva Trapesium

Dari gambar di atas, terdapat dua buah garis putus-putus di dalam kurva yang mana menjadi penanda batas dari masing-masing domain. Adapun rumus yang diterapkan untuk kurva kurva trapesium adalah sebagai berikut :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & c \leq x \leq d \end{cases} \quad (2.4)$$

Dari rumus di atas, dapat dilihat bahwa nilai x akan memiliki nilai keanggotaan nol atau bukan anggota jika ia bernilai kurang dari atau sama dengan a atau lebih dari atau sama dengan d . Apabila nilai x berada di domain antara nilai a dan nilai b , maka nilai keanggotaannya akan dihitung dengan rumus nilai x dikurangi batas bawah (a) kemudian dibagi dengan batas atas (b) dikurangi batas bawah (a). Apabila ia berada di domain antara nilai c dan nilai d , maka nilai keanggotaannya dihitung dengan rumus batas atas (d) dikurangi nilai x kemudian dibagi batas atas (d) dikurangi batas bawah (c). Sedangkan apabila ia berada di domain antara nilai b dan nilai c , maka ia akan langsung memiliki nilai keanggotaan satu atau menjadi anggota himpunan sepenuhnya.

2.1.2 Operator Fuzzy

Menurut (Kusumadewi, 2004), terdapat 3 operator utama di dalam operasi himpunan *fuzzy*, antara lain :

a. Operator AND

Operator AND merupakan salah satu operator logika *fuzzy* yang menghasilkan nilai keanggotaan minimum dari nilai-nilai keanggotaan yang dibandingkan. Artinya, setelah masing-masing nilai keanggotaan diperoleh, dilakukan perbandingan untuk mencari nilai terkecil. Adapun rumus yang diterapkan pada operator AND adalah sebagai berikut :

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad (2.5)$$

b. Operator OR

Operator OR merupakan salah satu operator logika *fuzzy* yang menghasilkan nilai keanggotaan maksimum dari nilai-nilai keanggotaan yang dibandingkan. Artinya, setelah masing-masing nilai keanggotaan diperoleh, dilakukan perbandingan untuk mencari nilai terbesar. Adapun rumus yang diterapkan pada operator OR adalah sebagai berikut :

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad (2.6)$$

c. Operator NOT

Operator NOT merupakan salah satu operator logika *fuzzy* yang berkaitan dengan komplemen dari himpunan. Adapun rumus yang diterapkan pada operator NOT adalah sebagai berikut :

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x] \quad (2.7)$$

2.2 Metode Tsukamoto

Metode *Tsukamoto* merupakan perluasan dari penalaran monoton, yang mana setiap konsekuensi yang ada pada aturan yang berupa IF-THEN harus digambarkan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang bersifat monoton. Keluaran dari hasil inferensi dari setiap aturan bersifat tegas (*crisp*), berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhir akan diperoleh melalui perhitungan untuk mencari rata-rata terbobot (Kusumadewi, 2004).

Secara umum, terdapat tiga tahapan di dalam penerapan Metode *Tsukamoto*. Adapun tahapan-tahapan tersebut antara lain :

a. Fuzzifikasi

Tahap fuzzifikasi ini merupakan tahap awal dan dilakukan setelah adanya *input* nilai untuk variabel yang telah ditentukan. Pada tahap ini, data *input* yang mana nilai kebenarannya bersifat tegas (*crisp*) diubah ke dalam bentuk *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan.

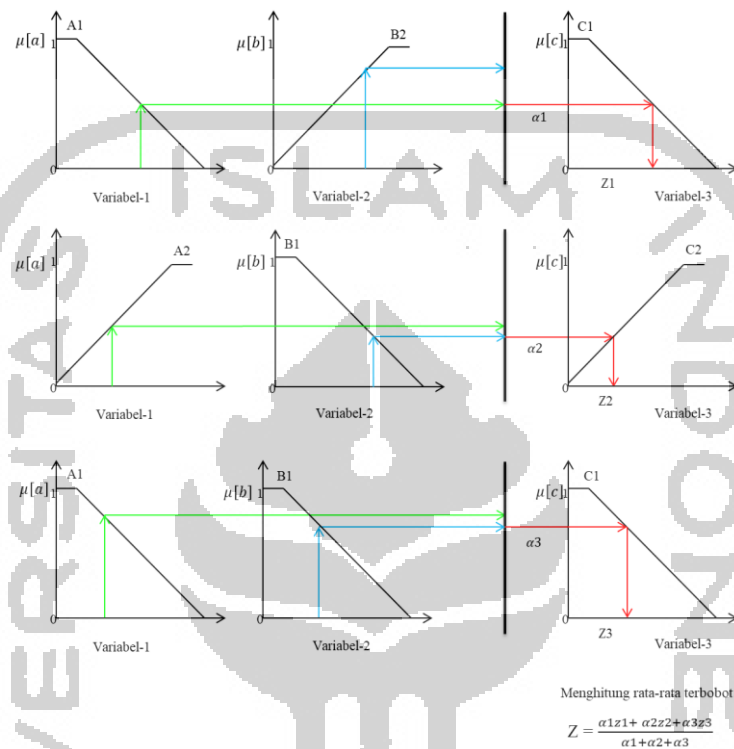
b. Inferensi

Tahap inferensi adalah tahap selanjutnya setelah tahap fuzzifikasi. Pada tahap ini, dilakukan proses penalaran, yaitu dengan cara menghitung α -predikat dari setiap aturan dan nilai z masing-masing aturan tersebut.

c. Defuzzifikasi

Tahap defuzzifikasi merupakan tahap akhir dari metode *Tsukamoto*. Pada tahap ini, dilakukan proses untuk mengubah kembali variabel samar (*fuzzy*) menjadi variabel tegas (*crisp*) berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan, yaitu dengan perhitungan rata-rata terbobot.

Operasi pada metode *Tsukamoto* menggunakan konjungsi AND. Maka dalam mencari α -predikat dari setiap aturan adalah dengan mengambil nilai minimum dari variabel pada aturan tersebut. Contoh inferensi pada metode *Tsukamoto* ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Inferensi *Fuzzy* Metode *Tsukamoto*

Dari gambar di inferensi di atas, dicontohkan bahwa terdapat 3 aturan *fuzzy* yang mana masing-masing memiliki 3 variabel. [R1] terdiri dari A1, B2, dan C1, [R2] terdiri dari A2, B1, dan C2, [R3] terdiri dari A1, B1, dan C1. Apabila dibuat dalam bentuk aturan, maka akan menjadi kumpulan aturan sebagai berikut :

[R1] IF (a is A1) AND (b is B2) THEN (c is C1)

[R2] IF (a is A2) AND (b is B1) THEN (c is C2)

[R3] IF (a is A1) AND (b is B1) THEN (c is C1)

Dari hasil inferensi, nilai α -predikat dari aturan *fuzzy* [R1] merupakan irisan dari nilai keanggotaan A1 dari Variabel-1 dan B2 dari Variabel-2, sehingga nilai α_1 diperoleh dari nilai terkecil (minimum) A1 dan B2. Untuk aturan [R2] merupakan irisan dari nilai keanggotaan A2 dari Variabel-1 dan B1 dari Variabel-2, sehingga nilai α_2 diperoleh dari nilai terkecil (minimum) A1 dan B2. Sedangkan [R3] merupakan irisan dari nilai keanggotaan A1 dari Variabel-1 dan B1 dari Variabel-2, sehingga nilai keanggotaan α_3 diperoleh dari nilai terkecil

(minimum) A1 dan B1. Dari keseluruhan nilai α -predikat yang diperoleh, selanjutnya akan dilakukan substitusi pada himpunan C1 dan C2 untuk mendapatkan nilai z_1 , z_2 , dan z_3 . Setelah itu dilakukan proses defuzzifikasi untuk mendapatkan nilai *crisp* Z, yaitu dengan mencari rata-rata terbobot. Secara umum, rumus defuzzifikasi mencari rata-rata terbobot adalah sebagai berikut :

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i * z_i)}{\sum_{i=1}^n (\alpha_i)} \quad (2.8)$$

2.3 Penyakit Jantung Koroner

Penyakit jantung koroner (PJK) merupakan suatu kondisi patologis arteri koroner yang mengakibatkan perubahan struktur dan fungsi dari arteri, serta penurunan aliran darah ke jantung . Saat jantung harus bekerja lebih keras, terjadi ketidakseimbangan antara kebutuhan dan asupan oksigen, hal inilah yang menyebabkan nyeri dada. Apabila pembuluh darah tersumbat, pemasokan darah ke jantung akan terhenti dan inilah yang disebut dengan serangan jantung. Terjadinya ketidakseimbangan antara ketersediaan oksigen dan kebutuhan jantung memicu timbulnya Penyakit Jantung Koroner (Gray, 2002).

Menurut (Hajar, 2017) garis besar, terdapat 2 macam faktor risiko utama Penyakit Jantung Koroner, yaitu faktor risiko yang dapat diubah (*modifiable*) dan faktor risiko yang tidak dapat diubah (*non modifiable*).

a. Faktor Risiko yang Dapat Diubah (*Modifiable*)

Ada berbagai macam faktor risiko Penyakit Jantung Koroner yang dapat diubah, di antaranya :

1. Hipertensi

Hipertensi merupakan salah satu faktor risiko yang cukup berpengaruh pada terjadinya Penyakit Jantung Koroner. Hipertensi atau dapat disebut juga dengan tekanan darah tinggi merupakan peningkatan tekanan darah sistolik lebih dari 140 mmHg serta tekanan darah diastolik lebih dari 90 mmHg pada dua kali pengukuran dengan jarak waktu lima menit dalam keadaan istirahat (Kemenkes RI, 2014). Apabila tekanan darah tinggi terjadi secara terus-menerus, maka beban pada pembuluh arteri akan bertambah. Hal ini akan menyebabkan arteri mengalami proses pengerasan menjadi tebal dan kaku, sehingga elastisitasnya akan semakin berkurang.

Bahkan dapat menyebabkan dinding arteri rusak atau luka, yang mana akan mendorong proses terbentuknya pengendapan plak pada arteri koroner.

Menurut (Anwar, 2004), jika hipertensi sistolik dan diastolik terjadi secara bersamaan, maka akan memiliki risiko yang lebih besar dibandingkan dengan penderita yang memiliki tekanan darah normal. Namun hipertensi sistolik saja ternyata menunjukkan risiko yang lebih tinggi daripada hipertensi diastolik saja.

2. Hypercholesterolemia/Dislipidemia

Dislipidemia merupakan suatu kelainan yang disebabkan oleh terganggunya metabolisme lipid akibat interaksi faktor genetik dan faktor lingkungan (Soenarta et al., 2015). Menurut (Anwar, 2004) terdapat beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui adanya risiko Penyakit Jantung Koroner serta hubungannya dengan kadar kolesterol darah, antara lain kolesterol total, kolesterol LDL, kolesterol HDL, rasio kolesterol total, dan kadar trigiserid.

3. Obesitas

Obesitas merupakan suatu kondisi dimana seseorang memiliki kelebihan jumlah lemak di dalam tubuh. Pada pria, apabila jumlah lemak $>19\%$. Sedangkan pada wanita apabila jumlah lemak > 21 . Obesitas diketahui dapat meningkatkan kadar kolesterol total serta LDL kolesterol. Jika berat badan telah melebihi 20% dari berat badan yang seharusnya (ideal), maka risiko Penyakit Jantung Koroner juga akan meningkat. (Anwar, 2004).

4. Diabetes Melitus (DM)

Diabetes Melitus (DM) merupakan kelompok penyakit metabolik yang memiliki karakteristik hiperglikemia, yang mana terjadi akibat kelainan sekresi insulin, kinerja insulin, atau keduanya (Perkeni, 2011). Menurut (Anwar, 2004), pria yang menderita Diabetes Melitus, memiliki risiko 50% lebih tinggi terkena Penyakit Jantung Koroner dibandingkan pria yang tidak menderita Diabetes Melitus. Sedangkan pada wanita yang menderita Diabetes Melitus, memiliki risiko 2 kali lipat dibandingkan wanita yang tidak menderita Diabetes Melitus.

5. Merokok

Menurut (Anwar, 2004), risiko kematian yang disebabkan oleh Penyakit Jantung Koroner pada pria yang merokok adalah 10 kali lebih besar dibandingkan yang tidak merokok. Sedangkan wanita yang merokok memiliki risiko kematian 4,5 kali lebih besar dibandingkan yang tidak merokok. Merokok dapat menyebabkan 25%

kematian Penyakit Jantung Koroner baik pada pria maupun wanita yang berusia di bawah 45 tahun.

6. Kurang Aktivitas Fisik

Melakukan aktivitas fisik secara teratur sangat efektif untuk memperkecil risiko hipertensi hingga 19% - 30% (Rahajeng & Tuminah, 2009). Selain itu, melakukan aktivitas fisik secara teratur memiliki manfaat untuk mengatur berat badan serta menguatkan jantung dan pembuluh darah (Harahap, Rochadi, & Sarumpae, 2018). Artinya, lebih banyak melakukan aktivitas fisik dapat membantu menghindari dua faktor risiko Penyakit Jantung Koroner, yaitu hipertensi atau tekanan darah tinggi dan obesitas.

7. Diet yang tidak sehat

Seseorang yang banyak mengonsumsi makanan dengan kadar lemak jenuh yang tinggi akan berisiko memiliki kadar kolesterol tinggi (Kusuma, Haffidudin, & Prabowo, 2015). Artinya, diet atau pola makan seseorang yang tidak sehat dapat memicu salah satu faktor risiko Penyakit Jantung Koroner, yaitu hyperkholesterolemia/dislipidemia.

8. Stress

Di dalam hal ini, kondisi stress selain dapat menaikkan tekanan darah, juga dapat meningkatkan kadar kolesterol darah (Anwar, 2004). Artinya, stress dapat memicu faktor risiko Penyakit Jantung Koroner yang lain, seperti hipertensi dan hyperkholesterolemia/dislipidemia.

b. Faktor Risiko yang Tidak Dapat Diubah (*Unmodifiable*)

Ada berbagai macam faktor risiko Penyakit Jantung Koroner yang tidak dapat diubah, di antaranya :

1. Usia

Mayoritas kasus kematian yang diakibatkan oleh Penyakit Jantung Koroner terjadi pada pria yang berusia 35 sampai 44 tahun, dan meningkat seiring bertambahnya usia. Di Amerika Serikat kadar kolesterol, baik pada pria maupun wanita mulai meningkat di usia 20 tahun. Pada pria, kadar kolesterol meningkat hingga usia 50 tahun, dan akhirnya akan turun secara perlahan setelah berusia 50 tahun. Sedangkan pada wanita, kadar kolesterol sebelum mengalami menopause pada usia sekitar 45-60 tahun akan lebih rendah dibandingkan pria dengan umur

yang sama. Setelah mengalami menopause, kadar kolesterol pada wanita biasanya akan meningkat menjadi lebih tinggi daripada pria (Anwar, 2004).

2. Jenis Kelamin

Berdasarkan penelitian di Amerika Serikat, gejala Penyakit Jantung Koroner sebelum usia 60 tahun, diperoleh pada 1 dari 5 pria dan 1 dari 17 wanita. Hal ini menunjukkan bahwa pria memiliki risiko 2 hingga 3 kali lebih besar dibandingkan wanita menderita Penyakit Jantung Koroner (Anwar, 2004).

3. Riwayat Keluarga

Faktor riwayat keluarga juga cukup berpengaruh terhadap peningkatan risiko Penyakit Jantung Koroner. Hal ini dikarenakan oleh faktor genetik yang berpengaruh terhadap hipertensi dan hiperkolesterolemi (Anwar, 2004). Riwayat keluarga memperbesar risiko terjadinya Penyakit Jantung Koroner, yaitu sebesar 11,2 kali daripada yang tidak mempunyai riwayat keluarga (Andarmoyo, 2014).

2.4 Metode Penentuan Tingkat Risiko Penyakit Jantung

Terdapat beberapa metode untuk menentukan tingkat risiko penyakit jantung atau kardiovaskuler yang dikembangkan, antara lain :

a. Framingham Risk Score

Framingham Risk Score atau FRS merupakan salah satu metode perhitungan untuk memperkirakan tingkat risiko Penyakit Jantung Koroner dalam jangka waktu 10 tahun ke depan. Metode ini dikembangkan berdasarkan data yang diperoleh dari *Framingham Heart Study* dengan menggunakan 7 faktor risiko sebagai variabel penentuan risiko, antara lain jenis kelamin, usia, tekanan darah sistolik, kadar kolesterol total, kadar HDL, status merokok, dan status treatment hipertensi (National Institutes of Health, 2017).

b. ASCVD Risk Estimator

ASCVD Risk Estimator merupakan salah satu metode perhitungan untuk memperkirakan tingkat risiko aterosklerosis yang mana merupakan salah satu penyebab terjadinya penyakit jantung koroner. Metode ini dikembangkan oleh The American College of Cardiology (ACC)/American Heart Association (AHA) dengan menggunakan 9 faktor risiko sebagai variabel, di antaranya adalah jenis kelamin, usia, ras, tekanan darah sistolik, kolesterol total, HDL, status diabetes, status merokok, dan status treatment hipertensi.

c. WHO/ISH Cardiovascular Risk Prediction

WHO/ISH Cardiovascular Risk Prediction adalah sebuah metode untuk memprediksi risiko penyakit kardiovaskuler yang menggunakan 6 faktor risiko sebagai variabel, di antaranya adalah usia, jenis kelamin, kolesterol total, tekanan darah sistolik, status merokok, dan status diabetes.

Adapun perbandingan dari tiga metode tersebut ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Tabel Perbandingan Metode Penentuan Risiko

Metode	Faktor Risiko								
	Jenis Kelamin	Usia	Sistolik	Kolesterol Total	HDL	Merokok	Treatment Hipertensi	Diabetes	Ras
Framingham Risk Score	v	v	v	v	v	v	v		
ASCVD Risk Estimator	v	v	v	v	v	v	v	v	v
WHO/ISH Cardiovascular Risk Prediction	v	v	v	v		v		v	

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa perbedaan faktor risiko yang digunakan oleh beberapa metode dalam menentukan risiko penyakit kardiovaskuler tidak jauh berbeda.

2.5 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian yang telah ada dan mengangkat permasalahan yang hampir serupa dengan permasalahan yang diangkat oleh penulis. Adapun beberapa penelitian tersebut antara lain :

1. (Falopi, 2009) dalam penelitiannya yang berjudul Aplikasi *Fuzzy Inference System* (FIS) *Tsukamoto* Untuk Menganalisa Tingkat Resiko Penyakit Dalam menggunakan *Fuzzy Inference System Tsukamoto* sebagai metode perhitungan yang diterapkan dalam membangun sebuah aplikasi untuk melakukan analisa tingkat risiko penyakit dalam berdasarkan beberapa gejala. *Output* dari aplikasi yang dibangun pada penelitian ini adalah hasil nilai risiko dari masing-masing penyakit dalam yang tersedia, yang mana nilai-nilai tersebut menunjukkan tingkat risiko penyakit dalam.

2. (Puspitaningrum & Purnomo, 2018) dalam penelitiannya yang berjudul Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Tingkat Risiko Penyakit Jantung Menggunakan *Fuzzy Inferensi (Sugeno)* menggunakan *Fuzzy Inference System Sugeno* sebagai metode perhitungan yang diterapkan di dalam penelitian ini untuk mendeteksi tingkat risiko penyakit jantung. Terdapat beberapa faktor risiko penyakit jantung yang digunakan sebagai variabel di dalam penelitian ini, di antaranya jenis kelamin, usia, tekanan darah, status diabetes, status pengobatan hipertensi, status merokok, dan indeks massa tubuh (*body mass index*). *Output* dari penelitian ini adalah persentase tingkat risiko penyakit jantung.
3. (Falatehan, Hidayat, & Brata, 2018) dalam penelitiannya yang berjudul Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Hati Menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto* Berbasis Android menggunakan *Fuzzy Inference System Tsukamoto* sebagai metode perhitungan yang diterapkan untuk melakukan diagnosis penyakit hati berdasarkan gejala-gejalanya. *Output* dari penelitian ini adalah hasil diagnosis terdeteksi atau tidaknya penyakit hati.
4. (Maulana & Nurhadiyono, 2016) dalam penelitiannya yang berjudul Implementasi *Fuzzy Tsukamoto* Dalam Mendiagnosa Penyakit Diabetes Melitus menggunakan *Fuzzy Inference System Tsukamoto* sebagai metode perhitungan yang diterapkan untuk melakukan diagnosis penyakit diabetes melitus dengan menggunakan 4 variabel seperti gula darah puasa, gula plasma puasa, gula darah 2 jam paska puasa, dan kadar HbA1c. *Output* dari penelitian ini adalah hasil perhitungan tingkat risiko penyakit diabetes mellitus dan kategorinya, yaitu rendah, sedang, atau tinggi.
5. (Nabilah, Gita Putry & Kusumadewi, 2015) dalam penelitiannya yang berjudul *Fuzzy Inference System* Untuk Penentuan Resiko Kanker Payudara menggunakan *Fuzzy Inference System Tsukamoto* sebagai metode perhitungan yang diterapkan untuk melakukan penentuan tingkat risiko kanker payudara. Di dalam penelitian ini digunakan 4 faktor risiko kanker payudara sebagai variabel untuk menerapkan metode *Tsukamoto*. *Output* dari penelitian ini adalah hasil persentase tingkat risiko yang diperoleh dari nilai defuzzifikasi.

Adapun ringkasan dari penelitian terdahulu ditunjukkan pada tabel 2.2 :

Tabel 2. 2 Tabel Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Metode	Masalah	Output	Perbedaan
1.	Aplikasi <i>Fuzzy Inference System</i> (FIS) <i>Tsukamoto</i> Untuk Menganalisa Tingkat Resiko Penyakit Dalam	Sistem Inferensi <i>Fuzzy Metode Tsukamoto</i>	Pendeteksian tingkat risiko penyakit dalam	Hasil nilai numerik dari masing-masing penyakit dalam yang tersedia, yang mana nilai-nilai tersebut menunjukkan tingkat risiko penyakit dalam.	Masalah yang diselesaikan
2.	Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Tingkat Risiko Penyakit Jantung Menggunakan <i>Fuzzy Inferensi (Sugeno)</i> (Puspitaningrum & Purnomo, 2018)	Sistem Inferensi <i>Fuzzy Metode Sugeno</i>	Pendeteksian tingkat risiko penyakit jantung	Persentase tingkat risiko penyakit jantung	Metode yang digunakan
3.	Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Hati Menggunakan Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i> Berbasis Android (Falatehan, Hidayat, & Brata, 2018)	Sistem Inferensi <i>Fuzzy Metode Tsukamoto</i>	Diagnosa penyakit hati	Hasil diagnosis terdeteksi atau tidaknya penyakit hati	Masalah yang diselesaikan, <i>output</i>
4.	Implementasi <i>Fuzzy Tsukamoto</i> Dalam Mendiagnosa Penyakit Diabetes Melitus (Maulana & Nurhadiyono, 2016)	Sistem Inferensi <i>Fuzzy Metode Tsukamoto</i>	Diagnosa penyakit diabetes melitus	Hasil perhitungan tingkat risiko penyakit diabetes mellitus dan kategorinya, yaitu rendah, sedang, atau tinggi	Masalah yang diselesaikan
5.	<i>Fuzzy Inference System</i> Untuk Penentuan Resiko Kanker Payudara (Nabilah, Gita Putry & Kusumadewi, 2015)	Sistem Inferensi <i>Fuzzy Metode Tsukamoto</i>	Penentuan Resiko Kanker Payudara	Persentase risiko kanker payudara	Masalah yang diselesaikan