

SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT JANTUNG KORONER DENGAN METODE PROBABILISTIC FUZZY DECISION TREE

Wizra Aulia

Manajemen Informatika, AMIK Boekittinggi, Jln. By Pass Simpang Taluak, Bukittinggi
wizra.aulia08@gmail.com

Submitted: 23-03-2018, Reviewed: 27-04-2018, Accepted 30-04-2018
<http://doi.org/10.22216/jsi.v4i2.3258>

ABSTRACT

Coronary heart disease is one of the many diseases that cause death in Indonesia. If symptoms of coronary heart disease are recognized early on, anticipatory action may be taken. Diagnosis is based on 6 symptoms of coronary heart disease namely chest pain, high blood pressure, cholesterol, blood sugar levels, ECG results and the number of heart den. The method used is Probabilistic Fuzzy Decision Tree (PFDT) with Probabilistic Fuzzy ID3 algorithm. The result of accuracy of expert system of diagnosis of coronary heart disease by PFDT method reached 95%.

Keywords: *expert system, Probabilistic Fuzzy Decision Tree, PFID3 algorithm, coronary heart*

ABSTRAK

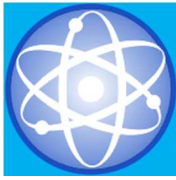
Penyakit jantung koroner merupakan salah satu penyakit yang banyak mengakibatkan kematian di Indonesia. Jika gejala penyakit jantung koroner dikenali sejak dini maka dapat dilakukan tindakan antisipasi. Diagnosa dilakukan berdasarkan 6 gejala penyakit jantung koroner yaitu sakit dada, tekanan darah tinggi, kolesterol, kadar gula darah, hasil EKG dan jumlah denyut jantung. Metode yang dipakai adalah *Probabilistic Fuzzy Decision Tree (PFDT)* dengan algoritma *Probabilistic Fuzzy ID3*. Hasil keakuratan sistem pakar diagnosa penyakit jantung koroner dengan metode PFDT mencapai 95%.

Kata kunci : *sistem pakar, Probabilistic Fuzzy Decision Tree, algoritma PFID3, jantung koroner*

PENDAHULUAN

Jantung merupakan salah satu organ yang memiliki peranan sangat penting bagi manusia. Jantunglah yang bertanggung jawab memompa darah dan mengalirkannya keseluruh tubuh. Penyakit jantung dan pembuluh darah merupakan penyebab kematian tertinggi di dunia maupun di Indonesia. Data dari *World Health Organization (WHO 2007)* menunjukkan bahwa sekitar 1.5 juta orang pertahun didunia meninggal karena penyakit jantung dan pembuluh darah.

Penyakit jantung koroner terjadi karena adanya menyempit dan menghambat pembuluh darah jantung yang mengakibatkan penyaluran oksigen dan nutrisi ke jantung berkurang. Jika gejala penyakit ini diketahui sejak dini maka dapat dilakukan tidak antisipasi. Dengan sistem pakar diagnosa penyakit jantung koroner seseorang dapat diketahui apakah menderita penyakit jantung koroner atau tidak dari gejala yang ditimbulkannya. Sistem pakar dapat menyerap keilmuan seorang ahli atau pakar. Dengan sistem



pakar, siapa saja dapat mengerjakan pekerjaan tertentu seperti seorang ahli atau pakar, karena keahlian para pakar dapat didokumentasikan dan diimplementasikan kedalam komputer.

Metode *Probabilistic Fuzzy Decision Tree* (PFDT) merupakan pengembangan dari metode sebelumnya yaitu *Fuzzy Decision Tree* (FDT). Metode PFDT lebih baik dari pada metode FDT karena metode *PFDT* memperbaiki membership atau fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk proses *learning*. Dengan adanya perbaikan fungsi keanggotaan maka diharapkan nilai akurasi yang diperoleh lebih baik. Algoritma yang dipakai dalam metode ini yaitu algoritma *Probabilistic Fuzzy Iterative Dichotomiser 3* (PFID3).

A. Penyakit Jantung Koner

Jantung tidak hanya bertugas memompa darah keseluruh tubuh tapi juga membantu tubuh membuang sisa-sisa hasil metabolime seperti karbondioksida keluar tubuh. Jantung akan mendistribusikan darah yang kaya oksigen yang didapat dari paru-paru ke seluruh tubuh dan mengeluarkan karbondioksida. Jantung akan memisahkan darah yang kaya akan oksigen dan yang sedikit oksigen

Jantung adalah organ yang sangat penting bagi manusia dan harus dijaga kesehatannya. Penyakit jantung koroner merupakan salah satu penyakit yang sering menyerang manusia. Penyakit ini dapat membawa kematian bagi penderitanya. Penyakit jantung koroner disebabkan karena dinding nadi koroner yang mengalami penyempitan atau tersumbat sehingga mengakibatkan gangguan pemasokan darah ke jantung. Jika penyempitan pada dinding nadi koroner semakin banyak maka pasokan darah ke

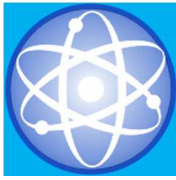
jantung akan berkurang dan menyebabkan rasa nyeri di dada. Arteri koroner yang telah mengalami penyempitan, pada awalnya masih dapat menyalurkan darah ke jantung dan tubuh masih dapat melakukan aktifitas dengan normal. Namun jika penyempitan Arteri koroner semakin memburuk, maka aktifitas tubuh juga ikut terganggu, apalagi ketika tubuh membutuhkan banyak oksigen dan energi untuk aktifitas berat seperti olah raga. Jika hal ini dibiarkan akan mengakibatkan orang yang bersangkutan dapat tidak sadarkan diri bahkan meninggal dunia.

B. Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan sistem yang menggunakan pengetahuan manusia yang direkam dalam komputer untuk memecahkan suatu masalah atau untuk memberikan saran. Sistem pakar mempunyai kemampuan menyelesaikan masalah seperti seorang pakar karena keahlian dan kepakarannya telah diadopsi kedalam komputer. Dengan menggunakan sistem pakar, siapapun bahkan orang awam pun dapat memperoleh informasi untuk menyelesaikan masalahnya yang sebenarnya hanya dapat diperoleh dari seorang ahli atau pakar.

Suatu sistem dikatakan sistem pakar apabila memiliki ciri-ciri sebagai berikut (Kusumadewi, 2003):

1. Terbatas pada domain keahlian tertentu.
2. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak pasti.
3. Dapat mengemukakan rangkaian alasan-alasan yang diberikannya dengan cara yang dapat dipahami.
4. Berdasarkan pada kaidah atau rule tertentu.
5. Dirancang untuk dikembangkan secara bertahap.



6. Keluarannya atau *output* bersifat anjuran.

Secara garis besar, banyak keuntungan yang dapat diambil dengan adanya sistem pakar, antara lain (Kusumadewi, 2003):

1. Memungkinkan orang awam bisa mengerjakan pekerjaan para ahli.
2. Bisa melakukan proses secara berulang secara otomatis.
3. Menyimpan pengetahuan dan keahlian para pakar.
4. Meningkatkan *output* dan produktivitas.
5. Meningkatkan kualitas.
6. Mampu mengambil dan melestarikan keahlian para pakar.
7. Mampu beroperasi dalam lingkungan yang berbahaya.
8. Memiliki kemampuan untuk mengakses pengetahuan.
9. Memiliki reabilitas.
10. Meningkatkan kapabilitas sistem komputer.
11. Memiliki kemampuan untuk bekerja dengan informasi yang tidak lengkap dan mengandung ketidakpastian.

C. Probabilistic Fuzzy Decision Tree

Probabilistic Fuzzy Decision Tree (PFDT) merupakan pengembangan dari metode sebelumnya yaitu *Fuzzy Decision Tree (FDT)*. Metode *PFDT* ini memperbaiki fungsi keanggotaan untuk proses learning atau pembelajaran pada metode *FDT*. Dengan adanya perbaikan pada *membership function* maka nilai akurasi yang diperoleh dengan menggunakan metode *PFDT* lebih baik dari metode *FDT* (Liang 2005).

1. Probabilistic

Probabilitas atau yang sering dikenal peluang merupakan kemungkinan

suatu kejadian. Probabilitas memiliki nilai antara nol dan satu. Nilai nol berarti suatu kejadian tidak akan terjadi. Sedangkan nilai 1 berarti suatu kejadian pasti terjadi. Nilai *probabilistic* dapat dirumuskan seperti:

$$P_r(A) = \int_{-\infty}^{\infty} \mu_A(x)f(x)dx = E(\mu_A(x))$$

2. Fuzzy Entrophy

Entrophy sering digunakan sebagai suatu parameter untuk mengukur *heterogenitas* (keberagaman) dri suatu kumpulan sampel data. Jika kumpulan sampel data semakin *heterogen*, maka nilai *entrophy* semakin besar. Secara matematis, fuzzy entrophy di rumuskan sebagai berikut:

$$H_f(S, A) = -(p_{r,yes} \log_2 p_{r,yes}) - (p_{r,no} \log_2 p_{r,no})$$

3. Informasi Gain

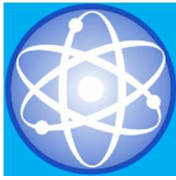
Informasi *gain* merupakan ukuran efektifitas dari nilai *entrophy* suatu kumpulan sampel data, suatu atribut. Secara matematis, information *gain* dari suatu atribut A, ditulis sebagai berikut (Suyanto:2007).

$$Gain(S, A) = entropy(S) - \sum_{v \in values(A)} \frac{S_v}{S} entropy(S_v)$$

Dimana :

- A : atribut
- V : menyatakan suatu nilai yang mungkin untuk atribut A
- Values (A) : himpunan nilai-nilai yang mungkin untuk atribut A
- |Sv| : jumlah sampel untuk nilai v
- |S| : jumlah seluruh sampel data
- Entrophy* (Sv) : *entrophy* untuk sampel-sampel yang memiliki nilai v

4. Treshold dalam PFDT

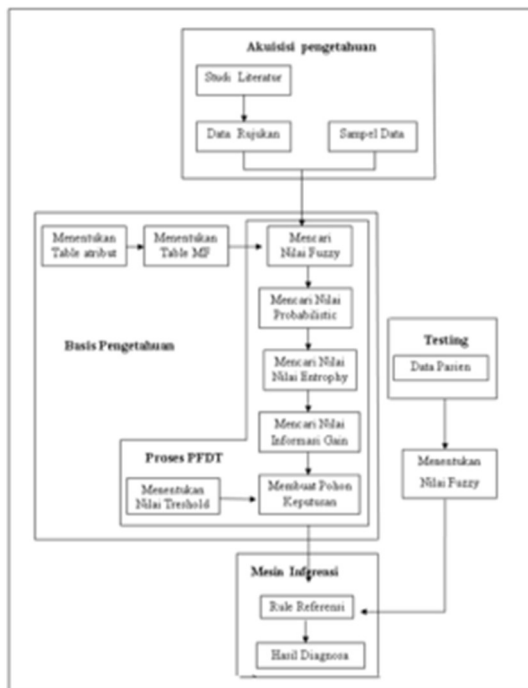


Ada 2 syarat suatu node diekspansi atau tidak yaitu :

1. *Fuzziness Control Threshold (FTC) / θ_r*
Jika proporsi dari himpunan data kelas C_k lebih besar atau sama dengan nilai threshold θ_r , maka hentikan ekspansi tree.
2. *Leaf Decision Threshold (LDT) / θ_n*
Jika banyaknya anggota himpunan data pada suatu node lebih kecil dari threshold θ_n , hentikan ekspansi tree.

METODE PENELITIAN

Berikut adalah tahapan penelitian yang dilakukan:



Gambar 1. Desain penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengembangan sistem diperlu beberapa tahapan yaitu akuisisi pengetahuan (*knowledge acquisition*), basis pengetahuan (*knowledge base*) dan mesin inferensi (*inference engine*).

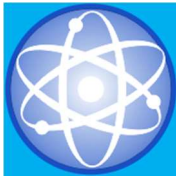
A. Akuisisi dan Basis Pengetahuan

Proses akuisisi pengetahuan dilakukan untuk menyusun basis pengetahuan. Basis pengetahuan merupakan representasi pengetahuan dari pakar. Basis pengetahuan ini berisi pengetahuan-pengetahuan dalam menyelesaikan masalah. Data yang dibutuhkan dalam basis pengetahuan sistem pakar diagnosis penyakit jantung koroner yaitu data gejala penyakit jantung koroner. Melalui proses akuisisi pengetahuan didapat 6 gejala penyakit jantung koroner yaitu *chest pain*, *tresbps*, *chol*, *fbs*, *restecg*, *thalach*, *exang*, *slope*, dan *thal*. Selanjutnya gejala-gejala tersebut dijadikan *parameter* seseorang terdiagnosa penyakit jantung koroner atau tidak.

1. *Chest pain* atau sakit dada

Gejala-gejala penyakit jantung koroner yang dirasakan bermacam-macam, namun yang sering timbul adalah sakit dada kiri dan nyeri terasa berasal dari dalam. Ada 4 macam jenis sakit dada berdasarkan lama sakit yang dirasakan yaitu :

Tabel 1. Parameter jenis sakit dada



Nilai	Lamanya (menit)
<i>Typical angina</i>	5 – 10
<i>Atypical angina</i>	10 – 30
<i>Asymptomatic</i>	30 – 60
<i>Non angina</i>	>60

2. *Tresbps*

Tresbps atau biasa dikenal tekanan darah tinggi (hipertensi) merupakan suatu peningkatan tekanan darah didalam arteri. Tekanan darah tinggi dikelompokkan menjadi 5 macam yaitu :

Tabel 2. Parameter tekanan darah tinggi

3. *Chol*

Chol atau yang lebih dikenal dengan kolesterol merupakan penumpukan endapan lemak pada dinding pembuluh darah arteri. Penumpukan lemak tersebut akan mengakibatkan

Nilai	Denyut Jantung
Bradikarbi	<80 kali/menit
Normal	80-100 kali/menit
Takikarbi	>100 kali/menit

terjadinya penyempitan pembuluh darah arteri sehingga aliran darah keseluruhan tubuh jadi terganggu. Kolesterol diklasifikasi menjadi :

Tabel 3. Parameter kolesterol

4. *Fasting Blood Sugar (FBS)*

Fasting Blood Sugar (FBS) atau kadar gula. Klasifikasi pada fbs terhadap keputusan pjg yaitu apabila kadar gula < 120 mg/dl maka F, dan apabila kadar gula >120 mg/dl maka

dinyatakan T terhadap kadar gula atau fbs tersebut.

5. *Restecg*

Restecg (*Resting Electrocardiographic Results*) merupakan kesimpulan dari hasil tes *Elektrokardiografi (EKG)*. EKG adalah alat yang dapat merekam aktivitas jantung dalam waktu tertentu. Dalam pengklasifikasian terhadap *restecg*, peneliti menyimpulkan apabila pada data sample terdapat normal maka nilai tersebut <50 % dari hasil tes *EKG*, tetapi apabila dalam data terdapat *Left Vent Hyper* maka nilai tersebut >50% dari hasil tes *EKG*.

6. *Thalach*

Thalach atau denyut jantung dihitung

Nilai	Tekanan Darah (mmHg)
Normal	<130/85
Normal tinggi	130 – 139/85 – 89
Stadium 1	140 – 159 /90 – 99
Stadium 2	160 – 179/100 – 109
Stadium 3	180 – 209/110 – 119

dalam satuan menit. *Thalach* klasifikasi menjadi:

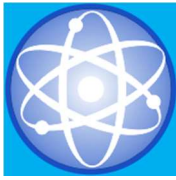
Tabel 4. Parameter denyut jantung

Basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan dalam menyelesaikan masalah. Penyelesaian

Nilai	Kadar Kolesterol (mg/dl)
<i>Desirable</i>	<200
<i>Borderline</i>	200 – 239
Tinggi	>240

masalah untuk kasus diagnosa penyakit jantung koroner yaitu degan menggunakan metode PFDT, berikut langkah-langkahnya:

1. Mencari nilai derajat keanggotaan fuzzy
 - a. Chest Pain (sakit dada)



Parameter *Chest pain* mempunyai nilai berupa typ angina, atyp angina, asympt dan non angina. Berikut fungsi keanggotaan untuk chest pain :

$$\mu_{typ}(x) = \begin{cases} 1 & ; x < 5 \\ \frac{x-15}{-10} & ; 5 \leq x < 15 \\ 0 & ; x \geq 15 \end{cases}$$

$$\mu_{atyp}(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 5 \\ \frac{x-5}{10} & ; 5 \leq x < 15 \\ 1 & ; 15 \leq x < 25 \\ \frac{x-35}{-10} & ; 25 \leq x < 35 \\ 0 & ; x \geq 35 \end{cases}$$

$$\mu_{asympt}(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 25 \\ \frac{x-25}{10} & ; 25 \leq x < 35 \\ 1 & ; 35 \leq x < 55 \\ \frac{x-65}{-10} & ; 55 \leq x < 65 \\ 0 & ; x \geq 65 \end{cases}$$

$$\mu_{non}(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 55 \\ \frac{x-55}{10} & ; 55 \leq x < 65 \\ 1 & ; x \geq 65 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* untuk setiap *linguistic term* menggunakan kurva trapesium seperti gambar dibawah.



Gambar 2. Fungsi keanggotaan chest pain

b. Tresbps (tekanan darah tinggi)

Parameter *trestbps* mempunyai nilai berupa normal, normal tinggi, stadium 1, stadium 2, stadium 3 dan stadium 4. Berikut fungsi keanggotaan untuk tresbps :

$$\mu_n(x) = \begin{cases} 1 & ; x < 127 \\ \frac{x-133}{-6} & ; 127 \leq x < 133 \\ 0 & ; x \geq 133 \end{cases}$$

$$\mu_m(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 127 \\ \frac{x-127}{6} & ; 127 \leq x < 133 \\ 1 & ; 133 \leq x < 137 \\ \frac{x-143}{-6} & ; 137 \leq x < 143 \\ 0 & ; x \geq 143 \end{cases}$$

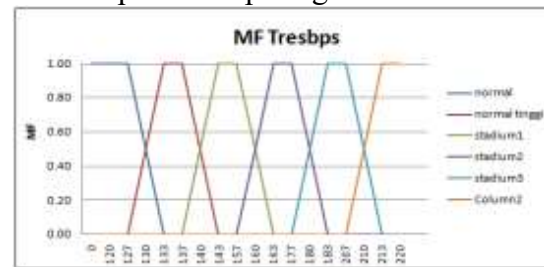
$$\mu_{s1}(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 137 \\ \frac{x-137}{6} & ; 137 \leq x < 143 \\ 1 & ; 143 \leq x < 157 \\ \frac{x-167}{-10} & ; 157 \leq x < 167 \\ 0 & ; x \geq 167 \end{cases}$$

$$\mu_{s2}(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 157 \\ \frac{x-157}{6} & ; 157 \leq x < 163 \\ 1 & ; 163 \leq x < 177 \\ \frac{x-183}{-6} & ; 177 \leq x < 183 \\ 0 & ; x \geq 183 \end{cases}$$

$$\mu_{s3}(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 177 \\ \frac{x-177}{6} & ; 177 \leq x < 183 \\ 1 & ; 183 \leq x < 207 \\ \frac{x-213}{-6} & ; 207 \leq x < 213 \\ 0 & ; x \geq 213 \end{cases}$$

$$\mu_{s4}(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 207 \\ \frac{x-204}{6} & ; 207 \leq x < 213 \\ 1 & ; x \geq 213 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* untuk setiap *linguistic term* menggunakan kurva trapesium seperti gambar 3



Gambar 3. Fungsi keanggotaan tresbps

c. Chol (kolesterol)

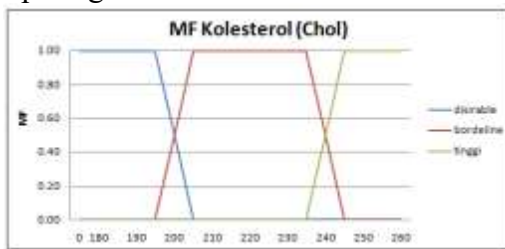
Parameter kolesterol mempunyai nilai berupa desirable, borderline dan tinggi. Berikut fungsi keanggotaan untuk kolesterol :

$$\mu_d(x) = \begin{cases} 1 & ; x < 195 \\ \frac{x-205}{-10} & ; 195 \leq x < 205 \\ 0 & ; x \geq 205 \end{cases}$$

$$\mu_b(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 195 \\ \frac{x-195}{10} & ; 195 \leq x < 205 \\ 1 & ; 205 \leq x < 235 \\ \frac{x-245}{-10} & ; 235 \leq x < 245 \\ 0 & ; x \geq 245 \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 235 \\ \frac{x-235}{10} & ; 235 \leq x < 245 \\ 1 & ; x \geq 245 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* untuk setiap *linguistic term* menggunakan kurva trapesium seperti gambar dibawah.



Gambar 4. Fungsi keanggotaan chol

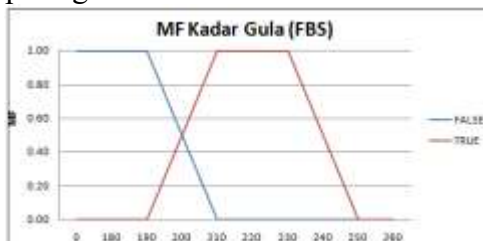
d. Fasting Blood Sugar

Parameter *Fasting Blood Sugar* atau tekanan gula darah puasa atau *fasting blood sugar* mempunyai nilai atau parameter berupa false yang berarti gula darah puasa pasien rendah dan true jika gula darah puasa pasien tinggi. Berikut fungsi keanggotaannya:

$$\mu_{false}(x) = \begin{cases} 1 & ; x < 115 \\ \frac{x-125}{-10} & ; 115 \leq x < 125 \\ 0 & ; x \geq 125 \end{cases}$$

$$\mu_{true}(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 115 \\ \frac{x-115}{10} & ; 115 \leq x < 125 \\ 1 & ; \geq 125 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* untuk setiap *linguistic term* menggunakan kurva trapesium seperti gambar dibawah.



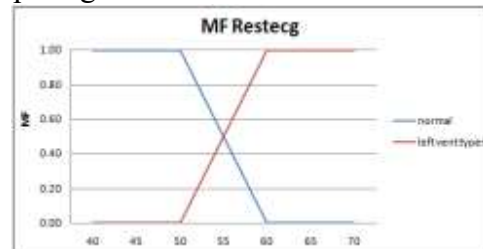
Gambar 5. Fungsi keanggotaan FBS

e. Restecg (elektrokardiografi / EKG)

Parameter *restecg* mempunyai nilai berupa normal dan *left vent hyper*. Berikut fungsi keanggotaan untuk *restecg* :

$$\mu_n(x) = \begin{cases} 1 & ; x < 45 \\ \frac{x-55}{-10} & ; 45 \leq x < 55 \\ 0 & ; x \geq 55 \end{cases} \quad \mu_{lvh}(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 45 \\ \frac{x-45}{10} & ; 45 \leq x < 55 \\ 1 & ; \geq 55 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* untuk setiap *linguistic term* menggunakan kurva trapesium seperti gambar dibawah.



Gambar 6. Fungsi keanggotaan restecg

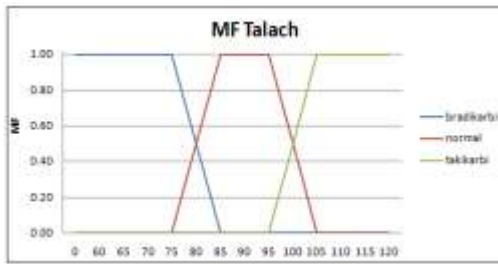
f. Thalach (detak jantung)

Parameter *thalach* mempunyai nilai berupa *bradikarbi*, normal dan *takikarbi*. Berikut fungsi keanggotaan untuk *thalach* :

$$\mu_b(x) = \begin{cases} 1 & ; x < 75 \\ \frac{x-85}{-10} & ; 75 \leq x < 85 \\ 0 & ; x \geq 85 \end{cases} \quad \mu_n(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 75 \\ \frac{x-75}{10} & ; 75 \leq x < 85 \\ 1 & ; 85 \leq x < 95 \\ \frac{x-105}{-10} & ; 95 \leq x < 105 \\ 0 & ; x \geq 105 \end{cases}$$

$$\mu_t(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 95 \\ \frac{x-95}{10} & ; 95 \leq x < 105 \\ 1 & ; x \geq 105 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* untuk setiap *linguistic term* menggunakan kurva trapesium seperti gambar berikut.



Gambar 7. Fungsi keanggotaan thalach

Nilai derajat keanggotaan didapat dari fungsi keanggotaan atau *membership function* diatas. Dalam metode PFDT, untuk mendapatkan nilai derajat keanggotaan dilakukan dengan pendekatan *well-defened sampel spaces* diman jumlah derajat keanggotaan dalam satu atribut atau himpunan harus sama dengan 1.

2. Mencari nilai *probabilistic*

Setelah derajat keanggotaan didapat, langkah selanjutnya yaitu mencari nilai *probabilistic 'yes'* dan *probabilistic 'no'*. Untuk *probabilistic 'yes'* diperoleh dari hasil pembagian jumlah nilai derajat keanggotaan *fuzzy* yang bernilai iya (terdiagnosa) dengan jumlah semua nilai derajat keanggotaan *fuzzy*. Begitu juga dengan *probabilistic 'no'* diperoleh dari hasil pembagian jumlah nilai derajat keanggotaan *fuzzy* yang bernilai tidak (tidak terdiagnosa) dengan jumlah semua nilai derajat keanggotaan *fuzzy*. Jika *probabilistic 'yes'* dan *probabilistic 'no'* dijumlahkan harus sama dengan 1.

$$P(\text{typangina}, \text{yes}) = \frac{\sum \mu_{\text{yes}}}{\sum \mu} =$$

$$P(\text{typangina}, \text{no}) = \frac{\sum \mu_{\text{no}}}{\sum \mu} =$$

Dalam penelitian ini diambil 50 data untuk dijadikan data training. Didapat nilai *probabilistic* setiap nilai dalam satu atribut sebagai berikut:

Tabel 5. Nilai probabilistic

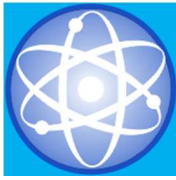
Parameter	Parameter	Probabilistic yes	Probabilistic no
Chest pain	Typ angina	0,125	0,875
	Atyp angina	0,337	0,663
	Asympt	0,691	0,309
	Non angina	0,413	0,587
tresbps	Normal	0,568	0,432
	Normal tinggi	0,529	0,471
	Stadium1	0,393	0,607
	Stadium2	0,353	0,647
	Stadium3	0,75	0,25
	Stadium4	0	0
Chol	Desirable	0,515	0,485
	Borderline	0,465	0,535
	Tinggi	0,52	0,48
FBS	False	0,506	0,494
	true	0,455	0,545
restecg	normal	0,264	0,736
	Left vent hyper	0,752	0,248
talach	bradikarbi	0	0
	normal	1	0
	takikarbi	0,494	0,506

3. Mencari nilai *entropy*

Nilai *entropy* yang akan dicari yaitu nilai *entropy* sampel dan nilai *entropy* tiap atribut. Untuk *entropy* sampel digunakan rumus :

$$H(\text{Sampel}) = -(p_+ + \log_2 p_+) - (p_- + \log_2 p_-)$$

$$= -(\frac{25}{50} * \log_2 \frac{25}{50}) - (\frac{25}{50} * \log_2 \frac{25}{50})$$



$$= 0,99$$

Sedangkan untuk pencarian nilai *entropy* tiap atribut, nilai *probabilistic* yang telah didapat pada langkah dua digunakan kembali. Berikut rumusnya:

$$H_f(S, A) = -(p_{r,yes} \log_2 p_{r,yes}) - (p_{r,no} \log_2 p_{r,no})$$

Dengan menggunakan rumus diatas diperoleh nilai *entropi* tiap atribut seperti dibawah ini :

Tabel 6. Nilai Entropy

Parameter	Parameter	Entropy
Chest pain	Typ angina	0,5435
	Atyp angina	0,9219
	Asympt	0,8920
	Non angina	0,978
tresbps	Normal	0,9866
	Normal tinggi	0,9975
	Stadium1	0,9667
	Stadium2	0,9367
Chol	Stadium3	0,8112
	Stadium4	0
	Desirable	0,9993
	Borderline	0,9964
FBS	Tinggi	0,9988
	False	0,9998
restecg	true	0,9941
	normal	0,8327
talach	Left vent hyper	0,8080
	bradikarbi	0
	normal	0
	takikarbi	0,9998

4.Mencari nilai informasi *gain*

Nilai *entropy* yang didapat pada langkah sebelumnya digunakan untuk

mencari informasi *gain*. Berikut langkah pencarian nilai informasi *gain* dari setiap atribut.

$$Gain(S, A) = entropy(S) - \sum_{v \in values(A)} \frac{S_v}{S} entropy(S_v)$$

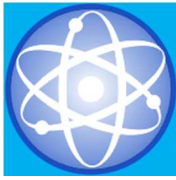
Hasil dari pencarian nilai informasi *gain* ini yaitu :

Tabel 7. Nilai Informasi Gain

Atribut	Nilai Informasi Gain
Chest pain	0,130
Tresbps	0,022
Chol	0,002
Fbs	0,001
Restecg	0,179
talach	0,012

5.Membangun pohon keputusan

Langkah pertama dalam membangun pohon keputusan yaitu menentukan *root node* atau simpul akar. Untuk Simpul akar dipilih atribut yang memiliki nilai informasi *gain* terbesar. Selanjutnya mengekspansi *root node* untuk mengetahui simpul berikutnya. Ada dua syarat dalam mengekspansi sebuah node yaitu proporsi tiap kelas lebih kecil atau sama dengan *control threshold* (θ_r) dan jumlah data lebih besar atau sama dengan *leaf decision threshold* (θ_n). Pohon yang terbentuk yaitu :



Gambar 8. Pohon keputusan

B. Mesin inferensi (*inference engine*).

Mesin inferensi berfungsi untuk menarik kesimpulan dan mencari solusi berdasarkan fakta-fakta yang disimpan dalam basis pengetahuan.

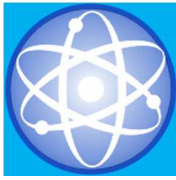
Pohon pada gambar 8 terdapat 23 rule antara lain:

1. IF RESTECG **left vent hyper** THEN terdiagnosa pjk
2. IF RESTECG **normal** AND TALACH **bradikardi** THEN tidak terdiagnosa pjk
3. IF RESTECG **normal** AND TALACH **normal** THEN terdiagnosa pjk
4. IF RESTECG **normal** AND TALACH **takikardi** AND CHEST PAIN **non angina** THEN terdiagnosa pjk
5. IF RESTECG **normal** TALACH **takikardi** CHEST PAIN **typ angina** THEN tidak terdiagnosa pjk
6. IF RESTECG **normal** AND TALACH **takikardi** AND CHEST PAIN **atyp angina** AND TRESBPS **stadium2** THEN tidak terdiagnosa pjk
7. IF RESTECG **normal** AND TALACH **takikardi** AND CHEST PAIN **atyp angina** AND TRESBPS **stadium3** THEN terdiagnosa pjk
8. IF RESTECG **normal** AND TALACH **takikardi** AND CHEST PAIN **atyp angina** AND TRESBPS **stadium4** THEN tidak terdiagnosa pjk
9. IF RESTECG **normal** AND TALACH **takikardi** AND CHEST PAIN **atyp angina** AND TRESBPS **normal** AND CHOL **desirable** THEN terdiagnosa pjk
10. IF RESTECG **normal** AND TALACH **takikardi** AND CHEST PAIN **atyp angina** AND TRESBPS **normal** AND CHOL **borderline** THEN terdiagnosa pjk

Dalam membangun pohon keputusan dilakukan pengantian *Fuzziness Control Threshold* (FTC) / θ_r sebanyak 4 kali yaitu 75%, 80%, 85% dan 90% dan *Leaf Decision Threshold* (LDT) / θ_n sebanyak 3 kali yaitu 10%, 20% dan 30%. Perubahan θ_r dan θ_n ini sangat mempengaruhi terbangunnya sebuah pohon keputusan dan tentunya juga mempengaruhi keakuratan dari sistem. Perubahan *Control Threshold* dan *Leaf Decision Threshold* dilakukan terhadap 20 data testing. Didapat hasil akurasi seperti pada table 8.

Tabel 8. Perubahan θ_r dan θ_n

θ_r	θ_n		
	10%	20%	30%
75%	90	90	95
80%	70	75	85
85%	70	70	80
90%	65	70	80



Dari tabel diatas dapat dilihat semakin kecil θ_r dan semakin besar θ_n maka akurasi yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini disebabkan semakin kecil θ_r kemungkinan suatu node atau simpul diekspansi semakin kecil. Peningkatan θ_r mengakibatkan penurunan nilai akurasi, dengan terlalu tingginya θ_r , maka pohon akan terus di ekspansi karena θ_r akan selalu lebih besar dari proporsi kelas. Syarat yang lain sebuah node diekspansi yaitu θ_n harus lebih besar. Jika θ_n terlalu kecil mengakibatkan node akan terus diekspansi yang disebabkan oleh kondisi dimana jumlah data lebih kecil dari θ_n akan sulit tercapai.

KESIMPULAN

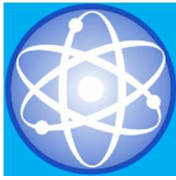
Berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Komponen utama dalam membangun dan merancang pakar diagnosa penyakit jantung koroner yaitu akuisisi pengetahuan (*knowledge acquisition*), basis pengetahuan (*knowledge base*) dan mesin inferensi (*inference engine*).
2. Untuk mengetahui seseorang menderita penyakit jantung koroner atau tidak dapat dilihat dari 6 gejalanya yaitu jenis sakit dada, tekanan darah tinggi, kolesterol, kadar gula darah, hasil EKG dan denyut jantung.
3. Penelitian ini telah berhasil menghasilkan sistem pakar untuk diagnosis penyakit jantung koroner menggunakan metode *Probabilistic Fuzzy Decision Tree* dengan algoritma *PFID3*. Berdasarkan hasil pengujian sistem yang dilakukan pada 20 data testing, sistem pakar diagnosa penyakit jantung koroner memiliki nilai

keberhasilan sebesar 95% dan nilai error sebesar 5%.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Basuki, Iwan Syarif Achmad Basuki, Iwan Syarif.(2003).*Decision Tree*.
- Arhami , Muhammad.(2005).*Konsep Dasar Sistem Pakar*. Yogyakarta : Andi.
- Dourman,Karel. (2011). *Waspadailah jantung anda rusak*. Jakarta : Cerdas Sehat.
- F. Romansyah, I. S. Sitanggang, S. Nurdiati. (2009). *Fuzzy Decision Tree dengan Algoritme ID3 pada Data Diabetes*. Internetworking Indonesia Journal. Vol. 1, No. 2: Special Issue on Data Mining.
- Feri Fahrur Rohman, Ami Fauziah.(2008). *Rancang bangun aplikasi sistem pakar Untuk menentukan jenis gangguan perkembangan pada anak*.
- Kusumadewi, Sri.(2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Liang G. (2005). *A Comparative study of Three Decesion Tree Algorithms: ID3, Fuzzy ID3 dan Probabolistic Fuzzy ID3*. *Infoematic & Economics Erasmus University Rotterdam. Rotterdam, the Netherlands*.
- Mansjoer, Arif, et al. (1999). *Kapita Selekta Kedokteran, edisi ketiga jilid 1*. Jakarta : Media Aesculapius.
- Muhammad, As'adi. (2009). *Memahami Bahaya Serangan Jantung : Mengenal, Mengantisipasi, dan Terapinya*. Jogjakarta: Power Books (IHDINA).
- Noer, Sjaifoelah, et al. (1996). *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam, jilid 1 edisi ketiga*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.



Sri Kusumadewi, Hari Purnomo.(2010).
*Aplikasi Logika Fuzzy untuk
Pendukung Keputusan. Yogyakarta*
:Graha Ilmu.

Soesetyo, Boedi.(2003).*Ilmu Penyakit
Jantung*.Surabaya : Airlangga
University Press.

Suyanto.(2007). *Soft Computing*. Bandung:
Informatika.