

# Prototype Sistem Pakar untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Koroner dengan Metode *Dempster-Shafer* (Studi Kasus: RS. PKU Muhammadiyah Yogyakarta)

Elyza Gustri Wahyuni\*<sup>1</sup>, Widodo Prijodiprojo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Informatika, FTI UII, Yogyakarta

<sup>2</sup>Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail: \*[elyza@uii.ac.id](mailto:elyza@uii.ac.id), [widodopri@gmail.com](mailto:widodopri@gmail.com)

## Abstrak

Sistem pakar dapat berfungsi sebagai konsultan yang memberi saran kepada pengguna sekaligus sebagai asisten bagi pakar. Salah satu cara untuk mengatasi dan membantu mendeteksi tingkat resiko penyakit JK seseorang, yaitu dengan membuat sebuah sistem pakar sebagai media konsultasi dan monitoring terhadap seseorang sehingga dapat meminimalkan terjadinya serangan jantung yang mengakibatkan kematian. Metode Dempster-Shafer merupakan metode penalaran non monotonis yang digunakan untuk mencari ketidakkonsistenan akibat adanya penambahan maupun pengurangan fakta baru yang akan merubah aturan yang ada, sehingga metode Dempster-Shafer memungkinkan seseorang aman dalam melakukan pekerjaan seorang pakar. Penelitian ini bertujuan menerapkan metode ketidakpastian Dempster-Shafer pada sistem pakar untuk mendiagnosa tingkat resiko penyakit JK seseorang berdasarkan faktor serta gejala penyakit JK. Manfaat penelitian ini adalah untuk mengetahui keakuratan mesin inferensi Dempster-Shafer.

Hasil diagnosa penyakit JK yang dihasilkan oleh sistem pakar sama dengan hasil perhitungan secara manual dengan menggunakan teori mesin inferensi Dempster-Shafer. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem pakar yang telah dibangun dapat digunakan untuk mendiagnosa PJK.

**Kata kunci**— Dempster-Shafer, Jantung Koroner, Sistem Pakar

## Abstract

The expert systems can serve as a consultant that gives advice to the users and at once as an assistant to the experts. One way to cope and help detect the risk level of one's coronary heart disease, is to create the expert system as media of consulting and monitoring a person so that can minimize the occurrence of heart attacks resulting in death. The Dempster-Shafer method is non monotonis reasoning method is used to look for inconsistencies due to addition or reduction of new facts that will change the existing rules, so that the Dempster-Shafer method enables one safe in doing the expert work. This research aims to apply the Dempster-Shafer uncertainty methods in expert system to diagnose the risk level of one's coronary heart disease based on factors and symptom of coronary heart disease. The benefits of this research was to know the accuracy of Dempster-Shafer inference engine.

The diagnosis results of coronary heart disease is generated by an expert system similarly with manually calculating result using the theory of Dempster-Shafer inference engine. Therefore we can conclude that the expert system that has been built can be used to diagnose Coronary Heart diagnosis.

**Keywords**—Dempster-Shafer, Coronary Heart Disease, Expert Systems

## 1. PENDAHULUAN

Penyakit Jantung koroner (JK) menjadi kasus terbanyak pemicu kematian di negara-negara maju, Jumlah penderita penyakit ini tiap tahun semakin meningkat, data WHO menyebutkan bahwa 17,3 juta orang diperkirakan meninggal karena kardiovaskular pada tahun 2008, mewakili 30% dari semua kematian global. Dari data kematian tersebut, diperkirakan 7,3 juta yang disebabkan oleh penyakit jantung koroner [1].

Penyebab timbulnya penyakit JK tidak lepas dari gaya hidup yang kurang sehat yang banyak dilakukan seiring dengan berubahnya pola hidup. Diketahui dari para ahli bahwa faktor-faktor pemicu serangan jantung antara lain yaitu: kebiasaan merokok, alkohol, tekanan darah tinggi, diabetes, riwayat keturunan penyakit JK, usia lebih dari 40 tahun, obesitas, kurang aktivitas, jenis kelamin dan stres. Gejala yang juga dijadikan penyebab penyakit JK diantaranya yaitu: nyeri dada, sesak napas, jantung berdebar-debar, keringat dingin, mual, pusing, pingsan, muntah, batuk-batuk, dan lemas [2].

Beberapa penelitian yang melakukan riset mengenai penyakit JK menggunakan metode penelitian serta basis pengetahuan yang beragam diantaranya yaitu penelitian [3] dan [4] dalam pendeteksian penyakit jantung koroner menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation serta dengan statistik analisis bivariat dan analisis multivariat *multiple logistic regrestion*, untuk basis pengetahuannya menggunakan Faktor-faktor risiko penyakit JK, Pelatihan tersebut menggunakan data rekamedis penderita penyakit jantung dan orang sehat. Penelitian [5], dan [6] menggunakan metode *Dempster-shafer* yang menyimpulkan bahwa sistem pakar yang dibangun dapat memberikan hasil beserta tingkat kebenarannya berdasarkan nilai kepercayaan yang dimiliki oleh gejala tiap masing-masing kasus. Penelitian [7] menjelaskan bahwa sistem pakar dapat dibangun dengan metode *non monotonis* selain *Dempster-shafer* yaitu dengan metode *Certainty Factor* yang juga digunakan untuk alat Bantu pendiangnosa penyakit. Penelitian yang pernah dilakukan tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan yang berbeda. kelebihan suatu komponen dapat melengkapi kekurangan komponen lainnya. Terlebih lagi, masalah diagnosa penyakit JK tiap individu memiliki beragam kemungkinan yang seringkali menjadi suatu masalah yang kompleks, sehingga untuk mendiagnosa penyakit JK memerlukan suatu model penyelesaian yang dinamis agar dapat mengatasi masalah tersebut dengan baik. Salah satu cara untuk mengatasi dan membantu mendeteksi tingkat resiko penyakit JK seseorang, yaitu dengan membuat sebuah sistem pakar sebagai media konsultasi dan monitoring terhadap seseorang yang diharapkan dapat membantu dalam mendiagnosa resiko penyakit JK.

Proses pelacakan kesimpulan untuk memperoleh suatu keputusan terkadang sering mengalami faktor penghambat. Hal ini disebabkan karena adanya perubahan terhadap pengetahuan yang menyebabkan proses penentuan kesimpulan juga mengalami perubahan. Peristiwa ini dalam sistem pakar disebut sebagai faktor ketidakpastian. Metode *Dempster-Shafer* merupakan metode penalaran *non monotonis* yang digunakan untuk mencari ketidakkonsistenan akibat adanya penambahan maupun pengurangan fakta baru yang akan merubah aturan yang ada, sehingga metode *Dempster-Shafer* memungkinkan seseorang aman dalam melakukan pekerjaan seorang pakar, sekaligus dapat mengetahui probabilitas atau prosentase dari penyakit yang mungkin diderita. Pemanfaatan sistem pakar ini untuk mendeteksi tingkat resiko penyakit JK dengan teorema *Dempster-Shafer* untuk mencari besarnya nilai kepercayaan gejala dan faktor resiko tersebut terhadap kemungkinan tingkat resiko terkena penyakit JK.

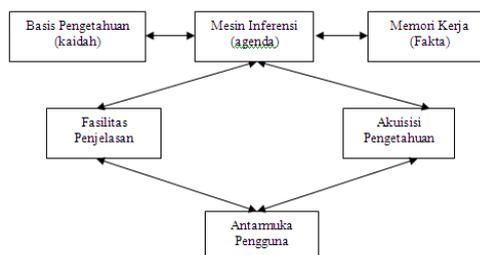
## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Analisis Sistem

Sistem pakar menggunakan metode *Dempster-shafer* untuk mendeteksi tingkat resiko penyakit JK adalah sistem pakar yang dapat menentukan tingkat resiko penyakit JK berdasarkan faktor resiko serta gejala yang mempengaruhi tingkat resiko penyakit JK tiap pasien. Sistem

juga dapat memberikan informasi prognosis yang mungkin dimiliki pasien berdasarkan faktor dan gejala yang dimiliki pasien serta memberikan informasi berupa tindakan secara umum berdasarkan tingkat resiko penyakit JK yang diderita pasien.

Sesuai dengan struktur system pakar menurut [8], model arsitektur sistem pakar menggunakan metode *Dempster-shafer* untuk mendeteksi tingkat resiko penyakit JK dapat digambarkan seperti Gambar 1.



Gambar 1 Model arsitektur sistem pakar untuk mendeteksi tingkat resiko penyakit JK

Sistem yang dirancang dan dibangun dalam penelitian ini adalah sistem pakar untuk membantu paramedis dalam menganalisa tingkat resiko penyakit JK yang diderita oleh pasien. Proses analisa/diagnosa penyakit Jantung Koroner menggunakan metode *dempster-shafer* dengan pengetahuan pakar yang akan menghasilkan nilai ketidakpastian dalam mencari kemungkinan faktor-faktor resiko, gejala, maupun riwayat penyakit yang akan mempengaruhi tingkat resiko penyakit Jantung Koroner tiap pasien. Sistem pakar ini selain berguna untuk menganalisa kemungkinan tingkat resiko penyakit Jantung Koroner yang diderita pasien juga memberikan *output* berupa prognosis penyakit lainnya yang memungkinkan diderita pasien, hasil prognosis berdasarkan gejala-gejala maupun faktor-faktor resiko yang diderita pasien. Paramedis yang memberi *input* berupa data pasien yang berupa hasil laboratorium yaitu kolesterol, gula darah, tekanan darah, serta hasil pemeriksaan dokter berupa nilai BMI berdasarkan berat badan dan tinggi badan, usia serta jenis kelamin, Hasil inferensi akan diberikan kepada paramedis untuk mendapatkan hasil keluaran berupa tingkat resiko penyakit Jantung Koroner serta penanganan secara umum. sistem pakar yang dibuat diharapkan memiliki kemampuan sebagai berikut:

- a. Sistem dapat digunakan oleh paramedis yang sudah terdaftar, pakar/dokter spesialis jantung dan admin.
- b. Sistem dapat digunakan oleh paramedis untuk menambah, merubah dan menghapus data pasien, dan juga bisa mencetak hasil pemeriksaan pasien.
- c. Sistem dapat digunakan pakar/dokter spesialis jantung untuk menambah, merubah, dan menghapus data seperti data rekamedis pasien, aturan, faktor resiko maupun gejala, tingkatan diagnosa penyakit Jantung Koroner, prognosis, tindakan, table keputusan serta nilai densitas yang ada, selain itu pakar juga bisa mencetak data pasien yang terdaftar serta hasil pemeriksaannya.
- d. Sistem dapat digunakan oleh admin untuk menambah, merubah dan menghapus data paramedis serta pakar, dan juga bisa memodifikasi data *help*.
- e. Untuk menambah, merubah dan menghapus data, dokter spesialis jantung/pakar maupun paramedis harus melewati proses otentifikasi.
- f. Sistem dapat memberikan hasil diagnosa penyakit jantung koroner pasien serta memberikan penanganan secara umum sesuai dengan hasil diagnosa. Berat badan ideal didapat dari rumus BMI, serta prognosis penyakit Jantung yang dihasilkan dari gejala dan faktor yg diderita pasien.
- g. Sistem juga dapat memberikan hasil prognosis penyakit yang diderita pasien berdasarkan faktor serta gejala yang dimiliki pasien.

## 2.2 Teori Dempster Shafer

Metode *Dempster-Shafer* pertama kali diperkenalkan oleh *Dempster*, yang melakukan percobaan model ketidakpastian dengan *range probabilities* dari pada sebagai probabilitas

tunggal. Kemudian pada tahun 1976 *Shafer* mempublikasikan teori *Dempster* itu pada sebuah buku yang berjudul *Mathematical Theory Of Evident* [8]. *Dempster-Shafer Theory Of Evidence*, menunjukkan suatu cara untuk memberikan bobot keyakinan sesuai fakta yang dikumpulkan. Pada teori ini dapat membedakan ketidakpastian dan ketidaktahuan. Teori *Dempster-Shafer* adalah representasi, kombinasi dan propogasi ketidakpastian, dimana teori ini memiliki beberapa karakteristik yang secara instutitif sesuai dengan cara berfikir seorang pakar, namun dasar matematika yang kuat.

Secara umum teori *Dempster-Shafer* ditulis dalam suatu interval: [*Belief*, *Plausibility*] [9]. *Belief* (Bel) adalah ukuran kekuatan *evidence* dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka mengindikasikan bahwa tidak ada *evidence*, dan jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepastian. *Plausibility* (Pls) akan mengurangi tingkat kepastian dari *evidence*. *Plausibility* bernilai 0 sampai 1. Jika yakin akan  $X^c$ , maka dapat dikatakan bahwa  $Bel(X^c) = 1$ , sehingga rumus di atas nilai dari  $Pls(X) = 0$ .

Menurut Giarratano dan Riley fungsi *Belief* dapat diformulasikan dan ditunjukkan pada persamaan (1):

$$Bel(X) = \sum_{Y \subseteq X} m(Y) \quad (1)$$

Dan *Plausibility* dinotasikan pada persamaan (2):

$$Pls(X) = 1 - Bel(X) = 1 - \sum_{Y \subseteq X} m(X) \quad (2)$$

Dimana :

- Bel (X) = *Belief* (X)
- Pls (X) = *Plausibility* (X)
- m (X) = *mass function* dari (X)
- m (Y) = *mass function* dari (Y)

Teori *Dempster-Shafer* menyatakan adanya *frame of discrement* yang dinotasikan dengan simbol ( $\Theta$ ). *frame of discrement* merupakan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis sehingga sering disebut dengan *environment* yang ditunjukkan pada persamaan (3) :

$$\Theta = \{ \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N \} \quad (3)$$

Dimana :

- $\Theta$  = *frame of discrement* atau *environment*
- $\theta_1, \dots, \theta_N$  = element/ unsur bagian dalam *environment*

*Environment* mengandung elemen-elemen yang menggambarkan kemungkinan sebagai jawaban, dan hanya ada satu yang akan sesuai dengan jawaban yang dibutuhkan. Kemungkinan ini dalam teori *Dempster-Shafer* disebut dengan *power set* dan dinotasikan dengan  $P(\Theta)$ , setiap elemen dalam *power set* ini memiliki nilai interval antara 0 sampai 1.

$$m : P(\Theta) \rightarrow [0,1]$$

Sehingga dapat dirumuskan pada persamaan (4) :

$$\sum_{X \in P(\Theta)} m(X) = 1 \quad (4)$$

Dengan :

- $P(\Theta)$  = *power set*
- m (X) = *mass function* (X)

Mass function (m) dalam teori *Dempster-shafer* adalah tingkat kepercayaan dari suatu *evidence* (gejala), sering disebut dengan *evidence measure* sehingga dinotasikan dengan (m). Tujuannya adalah mengaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen  $\theta$ . Tidak semua *evidence* secara langsung mendukung tiap-tiap elemen. Untuk itu perlu adanya probabilitas fungsi densitas (m). Nilai m tidak hanya mendefinisikan elemen-elemen  $\theta$  saja, namun juga semua

subsetnya. Sehingga jika  $\theta$  berisi  $n$  elemen, maka subset  $\theta$  adalah  $2n$ . Jumlah semua  $m$  dalam subset  $\theta$  sama dengan 1. Apabila tidak ada informasi apapun untuk memilih hipotesis, maka nilai :

$$m\{\theta\} = 1,0$$

Apabila diketahui  $X$  adalah subset dari  $\theta$ , dengan  $m_1$  sebagai fungsi densitasnya, dan  $Y$  juga merupakan subset dari  $\theta$  dengan  $m_2$  sebagai fungsi densitasnya, maka dapat dibentuk fungsi kombinasi  $m_1$  dan  $m_2$  sebagai  $m_3$ , yaitu ditunjukkan pada persamaan (5) :

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X) \cdot m_2(Y)} \quad \dots \quad (5)$$

Dimana :

$m_3(Z)$  = mass function dari evidence (Z)

$m_1(X)$  = mass function dari evidence (X), yang diperoleh dari nilai keyakinan suatu evidence dikalikan dengan nilai disbelief dari evidence tersebut.

$m_2(Y)$  = mass function dari evidence (Y), yang diperoleh dari nilai keyakinan suatu evidence dikalikan dengan nilai disbelief dari evidence tersebut.

$\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)$  = merupakan nilai kekuatan dari evidence Z yang diperoleh dari kombinasi nilai keyakinan sekumpulan evidence.

### 2.3 Representasi Pengetahuan

Representasi dilakukan setelah proses akuisisi pengetahuan dilakukan. Tujuan representasi adalah untuk mengembangkan suatu struktur yang akan membantu pengkodean pengetahuan ke dalam program. Representasi pengetahuan menggunakan aturan produksi.

#### 2.3.1 Himpunan aturan

Aturan-aturan yang dapat dibentuk berdasarkan studi kasus Rekamedis RS. PKU Muhammadiyah Yogyakarta ada sebanyak 30 rule diantaranya adalah sebagai berikut:

1. IF Kolesterol Tinggi AND Gula Darah Normal AND Tekanan Darah Normal AND BMI Kurus AND Usia > 40 thn AND Jenis kelamin Pria AND Batuk-batuk AND Sesak nafas (sangat) THEN JK Berat.
2. IF Kolesterol Normal AND Gula Darah Normal AND Tekanan Darah Rendah AND BMI Kegemukan AND Kurang aktifitas AND Usia > 40 thn AND Jenis kelamin Pria AND Nyeri dada (sangat) THEN JK Sedang.

### 2.4 Perancangan mesin inferensi

Pada sistem ini inferensi dilakukan untuk menentukan tingkat resiko penyakit JK berdasarkan sekumpulan fakta-fakta tentang suatu gejala dan faktor resiko penyakit JK ( $g_1$ ) yang memiliki nilai densitas  $g_1$  ( $m_1$ ) berdasarkan hasil pemeriksaan pasien. kemudian dilakukan perhitungan mass function ( $m$ ) berdasarkan nilai densitas  $g_1$  ( $m_1$ ) (2). Selanjutnya dilakukan pengecekan banyaknya gejala dan faktor resiko yang ada, jika = 1 maka akan langsung ditemukan diagnosa penyakit {x}, tapi jika jawaban  $\geq 2$  maka akan dilakukan perhitungan untuk tiap gejala & faktor resiko ( $g_i$ ) dan dengan nilai densitas  $g_i$  ( $m_i$  {y}).

Setelah diketahui kemungkinan gejala & faktor resiko = 2 maka dilakukan proses (5), untuk  $X$  adalah subset dari  $\theta$ , dengan  $m_1$  sebagai fungsi densitasnya dan  $Y$  juga merupakan subset dari  $\theta$  dengan  $m_2$  sebagai fungsi densitasnya. Dilakukan pengecekan gejala & faktor resiko sampai habis, jika selesai maka ( $m$ ) akan dipilih dari nilai maksimal diantara nilai ( $m$ ) yang lainnya dan berikutnya pencarian hasil diagnosa akan didapat berdasarkan nilai densitas terbesar, tapi jika tidak maka akan dilakukan pengecekan lagi terhadap gejala & faktor resiko yang ada sampai selesai proses pengecekan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dilakukan terhadap 10 kasus dengan input yang berbeda. Pembahasan meliputi perbandingan output dari 10 kasus yang telah diuji melalui sistem dengan perhitungan manualnya. Kasus pertama yang diuji melalui sistem terlihat pada Gambar 2.

Gambar 2 Kasus pertama

Output yang dihasilkan :

- Klasifikasi nilai Kolesterol  
Berdasarkan nilai input yang diberikan yaitu 201 mg/dl maka termasuk kedalam nilai Kolesterol Tinggi (> 200 mg/dl)
- Klasifikasi nilai Gula Darah  
Berdasarkan nilai input yang diberikan yaitu 126 mg/dl maka termasuk kedalam nilai Gula Darah Normal (70-190) mg/dl
- Klasifikasi nilai Tekanan Darah  
Berdasarkan nilai input yang diberikan yaitu 126/80 mmHg maka termasuk kedalam nilai Tekanan Darah Normal (100/70 – 130/80 mmHg)
- Klasifikasi nilai Berat Badan  
Perhitungan Nilai BMI untuk orang Asia Tenggara dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan (3.6) yaitu :  
Input Berat Badan = 45 Kg, Tinggi Badan = 165 Cm = 1.65M, maka  
$$BMI = \frac{45}{1,65^2} = \frac{45}{2,7225} = 16,529$$
, => termasuk ke dalam kategori BMI Kurus (15-18,4).
- Umur = 58 Tahun => Usia > 40 Tahun
- Gejala yang dimiliki: Batuk-batuk dan sesak nafas (sangat)

#### 1. Faktor-1: Kolesterol Tinggi (>200 Mg/Dl)

Langkah pertama hitung nilai dari belief dan Plausability dari faktor Kolesterol Tinggi (G02), yang merupakan diagnosa dari penyakit JK Berat (JKB) dengan rumus (1) dan (2):

$$m_1(G02) = 0.82$$

$$m_1\{\theta\} = 1 - m_1(G02)$$

$$= 1 - 0.82 = 0.18$$

#### 2. Faktor-2: Gula darah normal (70-140 mmHg)

Kemudian apabila diketahui adanya fakta baru, yaitu adanya faktor Gula darah normal(G03), yang merupakan diagnosa dari penyakit JK Berat (JKB), JK Sedang (JKS) dan JK Ringan (JKR) dengan mengacu rumus (1) dan (2), maka nilai keyakinannya adalah:

$$\begin{aligned} m_2 (G03) &= 0.7 \\ m_2 \{\theta\} &= 1 - m_2 (G03) \\ &= 1 - 0.7 = 0.3 \end{aligned}$$

Jika diilustrasikan dalam Tabel 1:

Tabel 1 Ilustrasi nilai keyakinan terhadap dua gejala

		$m_2 \{JKB,JKS,JKR\} 0.7$	$m_2 \{\theta\}$	0.3	
$m_1 \{JKB\}$	0.82	$\{JKB\}$	0.5740	$\{JKB\}$	0.2460
$m_1 \{\theta\}$	0.18	$\{JKB,JKS,JKR\} 0.1260$	$\Theta$		0.0540

Selanjutnya menghitung tingkat keyakinan(m) *combine* dengan rumus (5), maka:

$$\begin{aligned} m_3 \{JKB\} &= \frac{(0.82*0.7)+(0.82*0.3)}{1-0} = \frac{0.5740+0.2460}{1-0} = 0.820 \\ m_3 \{JKB,JKS,JKR\} &= \frac{0.18*0.7}{1-0} = 0.1260 \\ m_3 \{\theta\} &= \frac{0.18*0.3}{1-0} = 0.0540 \end{aligned}$$

Nilai keyakinan paling kuat adalah terhadap penyakit {JKB} yaitu sebesar 0.820, yang didapatkan dari dua gejala yang ada yaitu G02 dan G03.

### 3. Faktor-3: Tekanan darah Normal (100/70 – 130/80 mmHg)

Kemudian apabila diketahui adanya fakta baru, yaitu adanya faktor Tekanan Darah Normal (G06), yang merupakan diagnosa dari penyakit JKS, dan JKR dengan rumus (1) dan (2):

$$\begin{aligned} m_4 (G06) &= 0.67 \\ m_4 \{\theta\} &= 1 - m_4 (G06) = 1 - 0.67 = 0.33 \end{aligned}$$

Jika diilustrasikan dalam Tabel 2:

Tabel 2 Ilustrasi nilai keyakinan terhadap tiga gejala

		$m_4 \{JKS,JKR\} 0.67$	$m_4 \{\theta\}$	0.33	
$m_3 \{JKB\}$	0.820	$\emptyset$	0.5494	$\{JKB\}$	0.2706
$m_3 \{JKB,JKS,JKR\} 0.1260$		$\{JKS,JKR\}$	0.08442	$\{JKB,JKS,JKR\}$	0.04158
$m_3 \{\theta\}$	0.0540	$\{JKS,JKR\}$	0.03116	$\Theta$	0.01782

Selanjutnya menghitung tingkat keyakinan(m) *combine* dengan rumus (5), maka :

$$\begin{aligned} m_5 \{JKB\} &= \frac{0.2706}{1-0.5494} = 0.60053 \\ m_5 \{JKS,JKR\} &= \frac{0.08442+0.03116}{1-0.5494} = 0.26764 \\ m_5 \{JKB,JKS,JKR\} &= \frac{0.04158}{1-0.5494} = 0.09228 \\ m_5 \{\theta\} &= \frac{0.01782}{1-0.5494} = 0.03955 \end{aligned}$$

Nilai keyakinan paling kuat adalah terhadap penyakit {JKS} yaitu sebesar 0.60053, yang didapatkan dari tiga gejala yang ada yaitu G02, G03 dan G06.

## 4. Faktor-4 : BMI Kurus (15 – 18.4)

Kemudian apabila diketahui adanya fakta baru, yaitu adanya faktor BMI Kurus (G11), yang merupakan diagnosa dari penyakit JKR dengan mengacu rumus (1) dan (2), maka :

$$m_6 (G11) = 0.5$$

$$m_6 \{\theta\} = 1 - m_6 (G11) = 1 - 0.5 = 0.5$$

Jika diilustrasikan dalam Tabel 3:

Tabel 3 Ilustrasi nilai keyakinan terhadap empat gejala

		$m_6 \{JKR\}$ 0.5	$m_6 \{\theta\}$ 0.5
$m_5 \{JKB\}$ 0.60053	$\emptyset$	0.30027	$\{JKB\}$ 0.30027
$m_5 \{JKS,JKR\}$ 0.26764	$\{JKR\}$	0.13382	$\{JKS, JKR\}$ 0.13382
$m_5 \{JKB,JKS,JKR\}$ 0.09228	$\{JKR\}$	0.04614	$\{JKB,JKS,JKR\}$ 0.04614
$m_5 \{\theta\}$ 0.03955	$\{JKR\}$	0.01977	$\Theta$ 0.01977

Selanjutnya menghitung tingkat keyakinan(m) *combine* dengan rumus (5), maka:

$$m_7 \{JKB\} = \frac{0.60053 \cdot 0.5}{1-0.30027} = 0.42912$$

$$m_7 \{JKR\} = \frac{0.13382 + 0.04614 + 0.04614}{1-0.30027} = 0.28544$$

$$m_7 \{JKS, JKR\} = \frac{0.13382}{1-0.30027} = 0.19125$$

$$m_7 \{JKB,JKS,JKR\} = \frac{0.04614}{1-0.30027} = 0.06594$$

$$m_7 \{\theta\} = \frac{0.01977}{1-0.30027} = 0.02826$$

Nilai keyakinan paling kuat adalah terhadap penyakit {JKB} yaitu sebesar 0.42912, yang didapatkan dari empat gejala yang ada yaitu G02, G03, G06 dan G11.

## 5. Faktor-5: Usia &gt; 40 Thn

Kemudian apabila diketahui adanya fakta baru, yaitu adanya faktor Usia > 40 thn (G21), yang merupakan diagnosa dari penyakit JKB, JKS dan JKR dengan rumus (1) dan (2):

$$m_8 (G21) = 0.75$$

$$m_8 \{\theta\} = 1 - m_8 (G21) = 1 - 0.75 = 0.25$$

Jika diilustrasikan dalam Tabel 4:

Tabel 4 Ilustrasi nilai keyakinan terhadap lima gejala

		$m_8 \{JKB,JKS,JKR\}$ 0.75	$m_8 \{\theta\}$ 0.25
$m_7 \{JKB\}$ 0.42912	$\{JKB\}$	0.32184	$\{JKB\}$ 0.10728
$m_7 \{JKR\}$ 0.28544	$\{JKR\}$	0.21408	$\{JKR\}$ 0.07136
$m_7 \{JKS, JKR\}$ 0.19125	$\{JKS, JKR\}$	0.14343	$\{JKS, JKR\}$ 0.04781
$m_7 \{JKB,JKS,JKR\}$ 0.06594	$\{JKB,JKS, JKR\}$	0.04945	$\{JKB,JKS, JKR\}$ 0.01648
$m_7 \{\theta\}$ 0.02826	$\{JKB,JKS, JKR\}$	0.02119	$\Theta$ 0.00706

Selanjutnya menghitung tingkat keyakinan(m) *combine* dengan rumus (5), maka:

$$m_9 \{JKB\} = \frac{0.32184 + 0.10728}{1-0} = 0.42912$$

$$m_9 \{JKR\} = \frac{0.21408 + 0.07136}{1-0} = 0.28544$$

$$m_9 \{JKS, JKR\} = \frac{0.14343 + 0.04781}{1-0} = 0.19125$$

$$m_9 \{JKB, JKS, JKR\} = \frac{0.04945 + 0.01648 + 0.02119}{1-0} = 0.08713$$

$$m_9 \{\theta\} = \frac{0.00706}{1-0} = 0.00706$$

Nilai keyakinan paling kuat adalah terhadap penyakit {JKB} yaitu sebesar 0.42912, yang didapatkan dari lima gejala yang ada yaitu G02, G03, G06, G11 dan G12.

#### 6. Jenis Kelamin Pria

Kemudian apabila diketahui adanya fakta baru, yaitu faktor Jenis Kelamin Pria (G22), merupakan diagnosa dari penyakit JKB, JKS dan JKR dengan rumus (1) dan (2) maka:

$$m_{10} (G22) = 0.7$$

$$m_{10} \{\theta\} = 1 - m_{10}(G22)$$

$$= 1 - 0.7 = 0.3$$

Jika diilustrasikan dalam Tabel 5:

Tabel 5 Ilustrasi nilai keyakinan terhadap enam gejala

	$m_{10} \{JKB, JKS, JKR\} 0.7$	$m_{10} \{\theta\} 0.3$
$m_9 \{JKB\}$ 0.42912	{JKB} 0.30038	{JKB} 0.12873
$m_9 \{JKR\}$ 0.28544	{JKR} 0.19981	{JKR} 0.08563
$m_9 \{JKS, JKR\}$ 0.19125	{JKS, JKR} 0.13387	{JKS, JKR} 0.05737
$m_9 \{JKB, JKS, JKR\} 0.08713$	{JKB, JKS, JKR} 0.06099	{JKB, JKS, JKR} 0.02614
$m_9 \{\theta\}$ 0.00706	{JKB, JKS, JKR} 0.00495	$\Theta$ 0.00212

Selanjutnya menghitung tingkat keyakinan(m) *combine* dengan rumus (5), maka:

$$m_{11} \{JKB\} = \frac{0.30038 + 0.12873}{1-0} = 0.42912$$

$$m_{11} \{JKR\} = \frac{0.19981 + 0.08563}{1-0} = 0.28544$$

$$m_{11} \{JKS, JKR\} = \frac{0.13387 + 0.05737}{1-0} = 0.19125$$

$$m_{11} \{JKB, JKS, JKR\} = \frac{0.06099 + 0.02614 + 0.00495}{1-0} = 0.09208$$

$$m_{11} \{\theta\} = \frac{0.00212}{1-0} = 0.00212$$

Nilai keyakinan paling kuat adalah terhadap penyakit {JKB} yaitu sebesar 0.42912, yang didapatkan dari enam gejala yang ada yaitu G02, G03, G06, G11, G12 dan G22.

#### 7. Batuk-batuk

Kemudian apabila diketahui adanya fakta baru, yaitu adanya gejala batuk-batuk (G24), yang merupakan diagnosa dari penyakit JKS dan JKR dengan rumus (1) dan (2), maka:

$$m_{12} (G24) = 0.6$$

$$m_{12} \{\theta\} = 1 - m_{12}(G24)$$

$$= 1 - 0.6 = 0.4$$

Jika diilustrasikan dalam Tabel 6:

Tabel 6 Ilustrasi nilai keyakinan terhadap tujuh gejala

		$m_{12}$ {JKS,JKR} 0.6	$m_{12}$ { $\emptyset$ } 0.4
$m_{11}$ {JKB}	0.42912	$\emptyset$ 0.25747	{JKB} 0.17165
$m_{11}$ {JKR}	0.28544	{JKR} 0.17127	{JKR} 0.11418
$m_{11}$ {JKS, JKR}	0.19125	{JKS,JKR} 0.11475	{JKS, JKR} 0.07650
$m_{11}$ {JKB,JKS,JKR}	0.09208	{JKS,JKR} 0.05525	{JKB,JKS,JKR} 0.03683
$m_{11}$ { $\emptyset$ }	0.00212	{JKS,JKR} 0.00127	$\emptyset$ 0.00085

Selanjutnya menghitung tingkat keyakinan(m) *combine* dengan rumus (5), maka:

$$m_{13} \{JKB\} = \frac{0.17165}{1-0.25747} = 0.23116$$

$$m_{13} \{JKR\} = \frac{0.11418+0.17127}{1-0.25747} = 0.38442$$

$$m_{13} \{JKS,JKR\} = \frac{0.11475+0.07650}{1-0.25747} = 0.33368$$

$$m_{13} \{JKB,JKS,JKR\} = \frac{0.05525+0.03683+0.00127}{1-0.25747} = 0.04960$$

$$m_{13} \{\emptyset\} = \frac{0.00085}{1-0.25747} = 0.00114$$

Nilai keyakinan paling kuat adalah terhadap penyakit {JKB} yaitu sebesar 0.38442, yang didapatkan dari tujuh gejala yang ada yaitu G02, G03, G06, G11, G12, G22 dan G24.

#### 8. Sesak Nafas (Sangat)

Kemudian apabila diketahui adanya fakta baru, yaitu adanya gejala Sesak nafas (sangat) G43, yang merupakan diagnosa dari penyakit JKB dengan mengacu rumus (1) dan (2):

$$m_{14} (G43) = 0.78$$

$$m_{14} \{\emptyset\} = 1 - m_{14}(G43) \\ = 1 - 0.78 = 0.22$$

Jika diilustrasikan dalam Tabel 7:

Tabel 7 Ilustrasi nilai keyakinan terhadap delapan gejala

		$m_{14}$ {JKB} 0.8	$m_{14}$ { $\emptyset$ } 0.2
$m_{13}$ {JKB}	0.23116	{JKB} 0.18031	{JKB} 0.05086
$m_{13}$ {JKR}	0.38442	$\emptyset$ 0.29985	{JKR} 0.08457
$m_{13}$ {JKS,JKR}	0.33368	$\emptyset$ 0.26027	{JKS,JKR} 0.07341
$m_{13}$ {JKB,JKS,JKR}	0.04960	{JKB} 0.03869	{JKB,JKS,JKR} 0.01091
$m_{13}$ { $\emptyset$ }	0.00114	{JKB} 0.00089	$\emptyset$ 0.00025

Selanjutnya menghitung tingkat keyakinan(m) *combine* dengan rumus (5):

$$m_{15} \{JKB\} = \frac{0.18031+0.05086+0.03869+0.00089}{(1-(0.29985+0.26027))} = 0.61548$$

$$m_{15} \{JKR\} = \frac{0.08457}{(1-(0.29985+0.26027))} = 0.19226$$

$$m_{15} \{JKS,JKR\} = \frac{0.07341}{(1-(0.29985+0.26027))} = 0.16688$$

$$m_{15} \{JKB,JKS,JKR\} = \frac{0.01091}{(1-(0.29985+0.26027))} = 0.02481$$

$$m_{15} \{ \theta \} = \frac{0.00025}{(1-(0.29985 \cdot 0.26027))} = 0.00057$$

Dengan adanya kedelapan gejala atau disebut *frame of discrement* (5) yaitu G02, G03, G06, G11, G12, G22 G24 dan G43 maka diperoleh nilai keyakinan paling kuat adalah terhadap penyakit JK Berat yaitu sebesar 0.61548.

Jika ada kasus yang tercover oleh lebih dari satu rule maka untuk kasus diatas akan tetap melakukan perhitungan dengan mencari irisan dari kedua rule tersebut menggunakan rumus *combine* (5), yang akan mencari nilai keyakinan dari kedua rule tersebut. Jika didapatkan nilai yang tertinggi maka rule itu yang akan dipilih untuk menentukan keputusan diagnosa penyakit Jantung Koroner pasien.

Jika ada kasus yang tidak tercover dalam rule yang ada disistem maka, sistem akan otomatis melakukan perhitungan dengan menentukan rule baru yang akan terbentuk dengan melihat faktor resiko maupun gejala penyakit yang dimiliki pasien dengan memperhatikan nilai densitas untuk tiap kemungkinan faktor/gejala yang ada menggunakan rumus *combine* (5), yang juga akan mencari nilai keyakinan tertinggi dari kemungkinan diagnosa yang ada. Sehingga jika sudah ditemukan rule baru yang terbentuk maka sistem akan otomatis menyimpan kedalam tabel keputusan.

Tabel 8 merupakan rincian input dan hasil perhitungan Faktor resiko 10 data rekamedis pasien RS. PKU Muhammadiyah Yogyakarta.

Tabel 8 Hasil pengujian 10 kasus

No Rule	Faktor Resiko						Gejala			Hasil Diagnosa	Perhitungan	
	Kolesterol	Gula Darah	Tekanan Darah	BMI	Usia	Jenis Kelamin					Manual	Sistem
1	Tinggi	Normal	Normal	Kurus	> 40 thn	Pria	Batuk-batuk	Sesak nafas (sangat)		JK Berat	0.61548	0.61548
2	Tinggi	Normal	Tinggi	Gemuk	> 40 thn	Wanita	Nyeri dada (sangat)	Sesak nafas (sangat)		JK Berat	0.99010	0.99010
11	Normal	Normal	Rendah	Kegemukan	> 40 thn	Pria	Nyeri dada (sangat)			JK Sedang	0.46455	0.46455
3	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Gemuk	> 40 thn	Wanita	Jantung berdebar-debar (sering)			JK Berat	0.95500	0.95500
4	Normal	Tinggi	Tinggi	Kegemukan	> 40 thn	Pria	Batuk-batuk	Sesak nafas (sangat)	Lemas	JK Berat	0.63211	0.63211
12	Normal	Normal	Tinggi	Normal	(20-40)thn	Wanita	Pusing (sangat)	Sesak nafas (sangat)		JK Sedang	0.51910	0.51910
5	Normal	Normal	Tinggi	Normal	> 40 thn	Pria	Nyteri dada(sangat)	Sesak nafas (sangat)		JK Berat	0.63211	0.63211
6	Tinggi	Tinggi	Normal	Normal	(20-40)thn	Wanita	Lemas	muntah(sering)	Pingsan (jarang)	JK Berat	0.56893	0.56893
21	Normal	Normal	Rendah	Kurus	> 40 thn	Pria	Batuk-batuk	Nyeri dada(biasa)		JK Ringan	0.50000	0.50000
22	Normal	Tinggi	Rendah	Kurus	(20-40)thn	Wanita	Batuk-batuk	Mual(sering)		JK Ringan	0.45651	0.45651

Dari hasil ujicoba 10 kasus data dari rekamedis RS. PKU Muhammadiyah Yogyakarta didapatkan hasil bahwa kasus tersebut menggunakan rule serta hasil diagnosa yang sesuai dengan yang ditentukan oleh Pakar yaitu Dokter Spesialis Jantung. Hasil dari uji 10 kasus ini dapat dijadikan persentase bahwa dengan pengetahuan pakar yang dipergunakan didapatkan hasil 100% nilai kebenaran, jika dengan faktor dan gejala yang dimiliki pasien dihitung dengan sistem maka akan memberikan prediksi diagnosa yang sesuai dengan pengetahuan yang dimiliki oleh pakar yaitu Dokter Spesialis Jantung.

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dan pembahasan bab-bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem pakar dengan mesin inferensi *Dempster-Shafer* dapat dipergunakan untuk mendiangnosa tingkat resiko penyakit Jantung Koroner dengan masukkan berupa gejala serta faktor resiko yang dimiliki pasien, dari beberapa kasus yang diujicobakan diperoleh

hasil diagnosa yang sama antara perhitungan sistem dengan menggunakan teori mesin inferensi *Dempster-Shafer* dan pengetahuan pakar yaitu Dokter Spesialis Jantung.

2. Hasil ujicoba 10 kasus yang didapatkan dari data Rekamedis RS.PKU Muhammadiyah Yogyakarta, maka didapatkan persentase sebesar 100% nilai kebenaran dari prediksi diagnosa yang sesuai dengan pengetahuan yang dimiliki oleh pakar.

## 5. SARAN

Berdasarkan pada pengujian yang dilakukan berupa sistem pakar yang digunakan paramedis untuk mendiagnosa penyakit JK, masih banyak kekurangan dan kelemahan, oleh karena itu maka saran yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Tindakan yang diberikan kepada pasien masih bersifat umum, maka sebaiknya untuk tindakan lebih spesifik yang sesuai dengan diagnosa tingkat PJK dan juga sesuai dengan Prognosis.
2. Hasil prognosis yang ada sebaiknya diberikan saran yg lebih spesifik dari pakar masing-masing kemungkinan prognosis.
3. Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat mengembangkan model sistem pakar yang lebih interaktif dan dinamis seperti yang berbasis web.
4. Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat menggunakan metode penalaran non monotonis yang berbeda misalnya menggunakan metode Bayes, atau *Certainty Factor* (CF), serta bisa membandingkan efisiensi serta akurasi dengan metode *Dempster-Shafer*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonym1, 2011, *Cardiovascular disease ; Fact sheet on CVDs*, World Health Organization, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/index.html>, 19 Sept 2011, akses 04 Oktober 2011.
- [2] Anonym2, 2011, *Pertolongan Tepat Jantung Koroner*, cpddokter.com - Continuing Profesional Development Dokter Indonesia, [http://cpddokter.com/home/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=331](http://cpddokter.com/home/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=331), 24 April 2008, akses 24 Agustus 2011.
- [3] Effendy, N., dkk., 2008, *Prediksi Penyakit Jantung Koroner (Pjk) Berdasarkan Faktor Risiko Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, SNATI UII, Yogyakarta.
- [4] Supriyono, M., 2008, Faktor-Faktor Risiko Yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Penyakit Jantung Koroner Pada Kelompok Usia < 45 Tahun, *Tesis*, Epidemiologi UNDIP, Semarang.
- [5] Sulistyohati, A., dan Hidayat, T., 2008, *Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal dengan metode Dempster-Shafer*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, SNATI UII, Yogyakarta.
- [6] Maselena, A., and Hasan, M., 2011, *Avian Influenza (H5N1) expert system using Dempster-Shafer Theory*, International Conference on Informatics for Development, ICID, Yogyakarta.
- [7] Atika, 2005, *Sistem Pakar Sebagai Alat Bantu Pendiagnosa Penyakit Stroke*, *Tesis*, Ilmu Komputer FMIPA UGM, Yogyakarta.
- [8] Giarratano, J. and Riley G., 2005, *Expert Systems ; Principles and Programming*, PWS Publishing Company, Boston.
- [9] Kusumadewi, S., 2003, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Graha Ilmu, Yogyakarta.