

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

Ellyza Gustri Wahyuni dan Widodo Prijodiprojo

Program Studi S2 Ilmu Komputer

Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail: egi.maniz@gmail.com, widodopri@gmail.com

Intisari

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 (Anonym1, 2011).

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 di antaranya yaitu: nyeri dada, sesak napas, jantung berdebar-debar, keringat dingin, mual, pusing, pingsan, muntah, batuk-batuk, dan lemas (Anonym2, 2011).

Beberapa penelitian yang melakukan riset mengenai penyakit JK menggunakan metode penelitian serta basis pengetahuan yang beragam diantaranya yaitu penelitian (Effendy, dkk, 2008). Dalam pendeteksian penyakit jantung koroner menggunakan 9 faktor risiko yang menyebabkan timbulnya penyakit jantung koroner. Faktor-faktor risiko yang menjadi basis pengetahuan tersebut dilatih agar dikenali polanya dengan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*. Pelatihan tersebut menggunakan data rekam medis penderita penyakit jantung dan orang sehat untuk memprediksi penyakit JK pasien. Penelitian berikutnya yang dilakukan oleh (Supriyono, 2008), yaitu menggunakan basis pengetahuan berupa faktor risiko PJK yang dikhususkan pada kelompok usia < 45 metode yang digunakan dengan statistik analisis bivariat dan analisis multivariat *multiple logistic regrestion*. 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

dapat dikatakan bahwa $Bel(X^c) = 1$, sehingga rumus di atas nilai dari $Pls(X) = 0$. Menurut Giarratano dan Riley fungsi *Belief* dapat diformulasikan sebagai:

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

Dan *Plausibility* dinotasikan sebagai :

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

Dimana : $Bel(X) = Belief(X)$; $Pls(X) = Plausibility(X)$; $m(X) = mass\ function$ dari (X) ; $m(Y) = mass\ function$ dari (Y)

Beberapa kemungkinan range antara *Belief* dan *Plausibility* (Giarratano and Riley, 2005) adalah :

Tabel 1 Nilai Kemungkinan antara *Belief* dan *Plausibility*

| <i>Evidential Interval</i> | <i>Meaning</i> |
|--|--|
| [1,1] | <i>Completely True</i> |
| [0,0] | <i>Completely False</i> |
| [0,1] | <i>Completely Ignorant</i> |
| [Bel,1] where $0 < Bel < 1$ | <i>Tends to Support</i> |
| [0,Pls] where $0 < Pls < 1$ | <i>Tend to Refute</i> |
| [Bel,Pls] where $0 < Bel \leq Pls < 1$ | <i>Tend to Both Support and Refute</i> |

Teori *Dempster-Shafer* menyatakan adanya *frame of discrement* yang dinotasikan dengan simbol (Θ) . *frame of discrement* merupakan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis sehingga sering disebut dengan *environment* :

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

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, untuk $m : P(\Theta) \rightarrow [0,1]$, sehingga dapat dirumuskan :

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

Dengan : $P(\Theta) = power\ set$, dan $m(X) = mass\ function(X)$

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 θ . Tidak semua *evidence* secara langsung mendukung tiap-tiap elemen. Untuk itu perlu adanya probabilitas fungsi densitas (m). Nilai m tidak hanya mendefinisikan elemen-elemen θ saja, namun juga

semua subsetnya. Sehingga jika θ berisi n elemen, maka subset θ adalah 2^n . Jumlah semua m dalam subset θ sama dengan 1. Apabila tidak ada informasi apapun untuk memilih hipotesis, maka nilai : $m\{\theta\} = 1,0$

Apabila diketahui X adalah subset dari θ , dengan m_1 sebagai fungsi densitasnya, dan Y juga merupakan subset dari θ dengan m_2 sebagai fungsi densitasnya, maka dapat dibentuk fungsi kombinasi m_1 dan m_2 sebagai m_3 , yaitu:

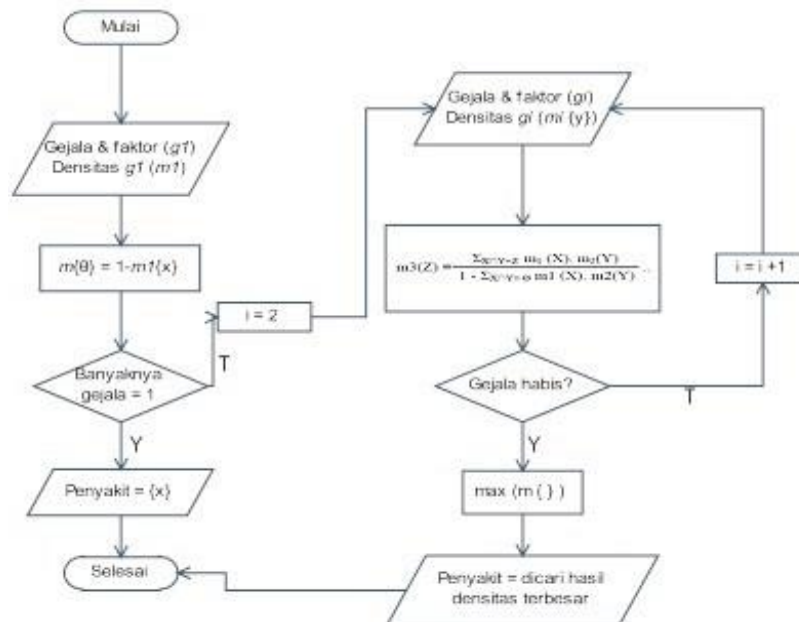
$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X) \cdot m_2(Y)} \quad (5)$$

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, dan $\sum m_1(X) \cdot m_2(Y)$ = merupakan nilai kekuatan dari evidence Z yang diperoleh dari kombinasi nilai keyakinan sekumpulan evidence.

2.3 Flowchart mesin inferensi

Proses penarikan hasil diagnosa penyakit JK dapat dilihat pada Gambar 2 yang merupakan gambaran pencarian solusi sistem pakar dengan menggunakan flowchart atau diagram alir mesin inferensi.

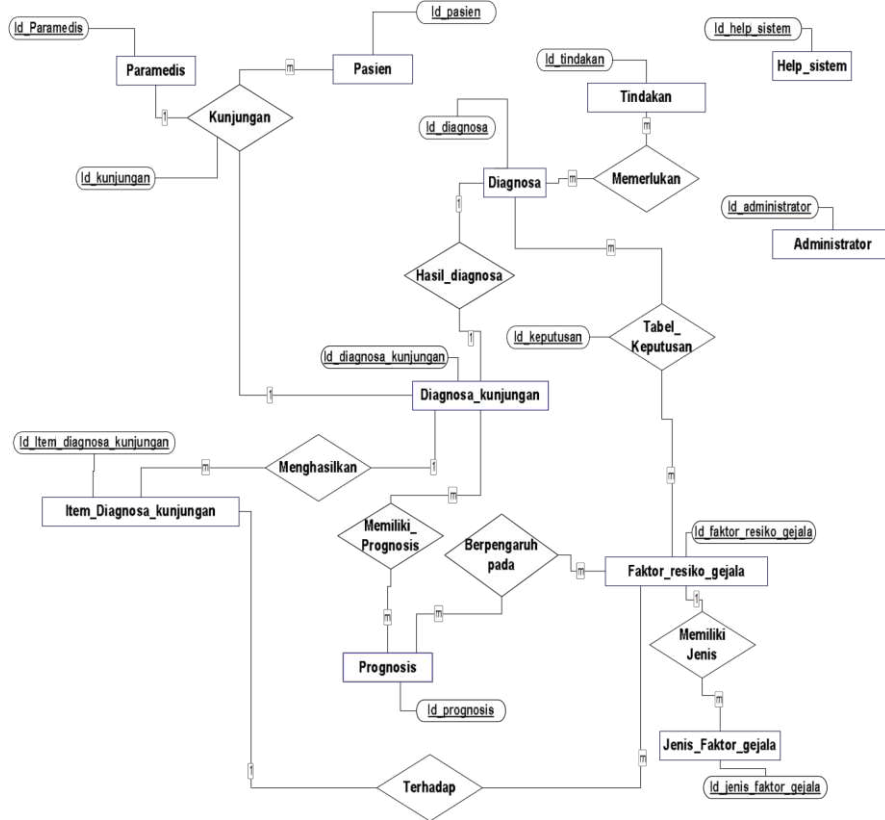


Keterangan: X,Y,Z = Himpunan Penyakit i = Jumlah Penyakit m = Nilai Densitas/kepercayaan

Gambar 2 Flowchart Mesin Inferensi (Sulistiyohati dan Hidayat, 2008)

2.4 Entity relationship diagram (ERD)

Hubungan diagram entitas (*entity relation diagram*) merupakan suatu gambaran rancangan sistem yang dilambangkan dengan simbol-simbol tertentu untuk memberikan gambaran umum tentang aliran data di antara satu komponen dengan komponen yang lain. Aturan-aturan dasar secara umum digambarkan dalam bentuk suatu hubungan data sehingga terlihat jelas bahwa suatu system dapat berjalan sesuai dengan aturan dan hubungan data tergambar dalam diagram rancangan dalam bentuk *entity relationship* (Ramakrishnan dan Gehrke, 2003).

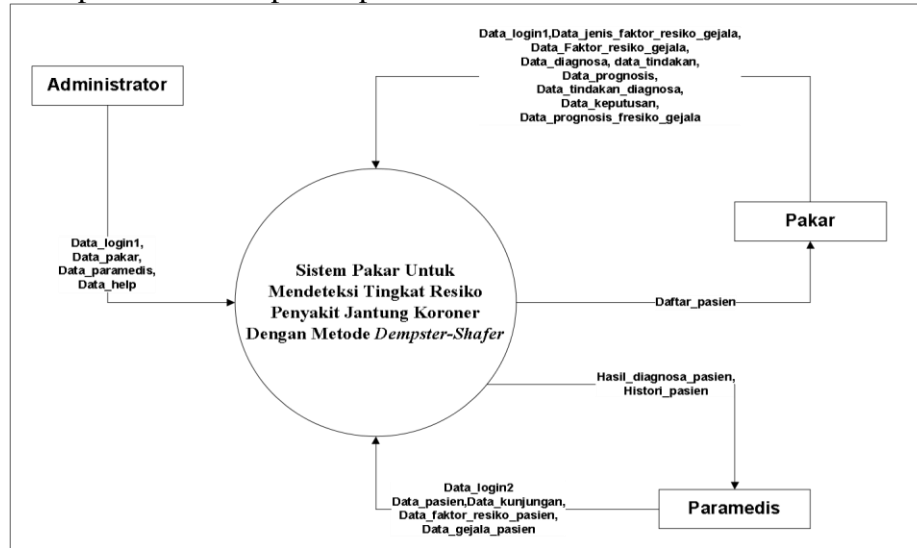


Gambar 3 Rancangan entity relationship diagram

2.5 Diagram konteks

Perancangan dimulai dari bentuk yang paling global yaitu diagram konteks. Diagram konteks ini kemudian akan diturunkan sampai kepada bentuk yang paling detail. Aliran data bersumber dari pengetahuan yang dimasukkan oleh paramedis berupa data kunjungan pasien, data faktor dan resiko yang dimiliki pasien ke dalam sistem, yang kemudian akan diproses. Paramedis akan menerima laporan hasil diagnosa pasien serta bisa melihat histori pemeriksaan pasien. Pakar bisa melakukan proses olah data-data yang ada yaitu berupa data jenis faktor resiko dan gejala, data faktor resiko gejala, data diagnosa, data tindakan, data prognosis, data tindakan dari diagnosa, data keputusan, dan data faktor dan gejala dari prognosis. Serta pakar bisa menerima laporan data pasien yang ada.

Administrator bisa melakukan proses olah data pakar, paramedis dan help. Diagram konteks sistem pakar ini ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram konteks (DFD Level 0)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Masukkan sistem diperoleh dari data pasien yang diinputkan oleh paramedis untuk faktor resiko yang mempengaruhi penyakit Jantung Koroner adalah kolesterol, tekanan darah, diabetes, kebiasaan merokok, alkohol, kurang olahraga/aktivitas, kegemukan atau obesitas, stres, keturunan penyakit jantung, usia lebih dari 40 tahun, dan jenis kelamin yang sudah diklasifikasikan oleh pakar berdasarkan tingkatannya dan bisa dipilih oleh paramedis sesuai dengan kondisi pasien yang akan diperiksa.

Form gejala sudah diklasifikasikan oleh pakar berdasarkan frekuensinya dan bisa dipilih oleh paramedis sesuai dengan kondisi pasien yang akan diperiksa, Jika inputan data pasien terdapat disalah satu pilihan yang berjenis sama maka pilihan yang lainnya akan otomatis mati. Untuk pilihan gejala dipilih berdasarkan pertanyaan yang diajukan oleh paramedis kepada pasien diantaranya yaitu: batuk-batuk, jantung berdebar-debar, keringat dingin, lemas, mual, muntah, nyeri dada, pingsan, pusing, dan sesak nafas yang dipilih jika jawaban dari pertanyaannya adalah iya.

Untuk nilai kolesterol, tekanan darah serta gula darah didapatkan nilai nya dari hasil labolatorium. Sedangkan untuk kebiasaan merokok, alkohol, kurang olahraga/aktivitas, stres, keturunan penyakit jantung didapatkan hasil dari pertanyaan paramedis terhadap pasien, nilai kegemukan dari hasil perhitungan BMI yaitu dari berat badan dan tinggi badan pasien, dimana dijadikan perhitungan berat badan ideal pasien, sedangkan untuk gejala yang mempengaruhi penyakit Jantung Koroner seperti nyeri dada, sesak napas, jantung berdebar-debar, keringat dingin, mual, pusing, pingsan, muntah, batuk-batuk, dan lemas didapatkan dari hasil pertanyaan paramedis kepada pasien yang klasifikasikan berdasarkan frekuensi masing-masing.

Contoh kasus pertama yaitu paramedis memberikan inputan data pasien yang sesuai dengan keadaan pasien dan pemeriksaan medis maupun hasil labolatorium, yang kemudian dilakukan proses inferensi terhadap *input* tersebut dan menghasilkan *output* sebagai berikut:

The screenshot shows a software window titled "Form Hasil" with two main tabs: "Jawaban Pakar" and "Perhitungan".

Jawaban Pakar (Expert Answer) Tab:

- Nama:** Sukasman
- Tanggal Lahir:** Saturday, April 03, 1954
- Telp:** (empty)
- Alamat:** kricak kidul TR I/1324 yk tegal rejo
- Status:** Single Menikah
- Jenis Kelamin:** Laki-laki Perempuan
- Faktor Resiko:** BMI Kurus (15 - 18,4), Gula Darah Normal (70-140) mg/dl, Jenis Kelamin (pria), Kolesterol Tinggi (> 200 mg/dl), Tekanan Darah Normal (100/70 - 130/80 r), Usia > 40 tahun
- Gejala:** Batuk-batuk, Sesak Nafas (Sangat)
- Saran Tindakan:** =>Terapi Gaya Hidup : Terapi Gaya hidup, 1. Istirahat dan rileks, 2. Diet (Rendah garam, alcohol dan kolesterol), 3. Berat badan di turunkan bagi yang obesitas (diet rendah kalori), 4. Aktifitas fisik dan olah raga, 5. Berhenti merokok

Perhitungan (Calculation) Tab:

- Tanggal Kunjungan:** Sunday, September 09, 2012
- Umur:** 58 Tahun
- Tinggi Badan:** 155 (Cm)
- Berat Badan:** 43 (Kg)
- Nadi:** 104 (/ Menit)
- Tekanan Darah:** 126/80 (mmHg)
- Gula Darah:** 186 (Mg/Dl)
- Kolesterol:** 201 (Mg/Dl)
- Diagnosa:** JK Berat
- Densitas:** 0.615483
- Prognosis:** (empty)

At the bottom right, there is a "Keluar" (Exit) button.

Gambar 5 Kasus pertama Kondisi saat kunjungan

Umur : 58 Tahun
 Tinggi Badan : 165 Cm
 Berat Badan : 45 Kg
 Nadi : 104
 Tekanan Darah : 126/80 mmHg
 Gula Darah : 126 mg/dl
 Kolesterol : 201 mg/dl
 Gejala yang dimiliki:
 Batuk-batuk dan sesak nafas (sangat)

Output yang dihasilkan :

- 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 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).

- Klasifikasi nilai Kolesterol
Berdasarkan nilai input yang diberikan yaitu 201 mg/dl maka termasuk kedalam nilai Kolesterol Tinggi (> 200 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) □ Umur = 58 Tahun => Usia > 40 Tahun

Tabel 2 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 | Nyeri 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 mendiagnosa 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 *DempsterShafer* 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

- 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.
- Anonym2, 2011, *Pertolongan Tepat Jantung Koroner*, cpddokter.com - Continuing Profesional Development Dokter Indonesia,
- 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.
- Giarratano, J. and Riley G., 2005, *Expert Systems ; Principles and Programming*, PWS Publishing Company, Boston.
- http://cpddokter.com/home/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=331, 24 April 2008, akses 24 Agustus 2011.
- Kusumadewi, S., 2003, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Ramakrishnan, R., dan Gehrke, J., 2003, *Database Managemen System Third Edition*, The McGraw-Hill Companies Inc., New York.
- Sulistiyohati, A., dan Hidayat, T., 2008, *Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal dengan metode Dempster-Shafer*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, SNATI UII, Yogyakarta.

Supriyono, M., 2008, Faktor-Faktor Risiko Yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Penyakit Jantung Koroner Pada Kelompok Usia < 45 Tahun, *Tesis*, Epidemiologi UNDIP, Semarang.