

SISTEM DIAGNOSA PENYAKIT DIABETES MELLITUS MENGUNAKAN METODE CEERTAINTY FACTOR

Budi Cahyo Saputro⁽¹⁾
blacs_mamba@yahoo.com

Rosa Delima⁽²⁾
rosa@ukdw.ac.id

Joko Purwadi⁽³⁾
jokop@ukdw.ac.id

Abstraksi

Diabetes melitus adalah suatu penyakit gangguan kesehatan di mana kadar gula dalam darah seseorang menjadi tinggi karena kekurangan insulin atau reseptor insulin tidak berfungsi baik. Banyak orang awalnya tidak tahu bahwa mereka menderita diabetes mellitus, di negara-negara Asia lebih dari 50 persen (bahkan ada yang mencapai 85 persen) penderita diabetes baru mengetahui diri mereka mengidap diabetes setelah mengalami komplikasi di berbagai organ tubuh (Tandra Hans, 2007). Ketidaktahuan ini disebabkan karena minimnya informasi mengenai diabetes, gejala dan minimnya tenaga dokter spesialis diabetes.

Sistem pakar adalah program komputer yang menirukan penalaran seorang pakar dengan keahlian pada suatu wilayah pengetahuan tertentu (Turban, 1995). Sistem pakar mencoba mencari solusi, memberikan saran atau kesimpulan yang konsisten terhadap permasalahan yang ditemukannya.

Penulis berhasil mengimplementasikan sebuah sistem pakar berbasis web yang dapat mengatasi nilai derajat kepercayaan atau faktor kepastian data yang diperoleh dari hasil konsultasi dengan pasien melalui metode certainty factor. Harapan penulis, sistem ini dapat membantu dokter atau masyarakat awam sekalipun dalam mengambil keputusan ketika mendiagnosa penyakit diabetes mellitus.

Kata Kunci : Sistem Pakar, Certainty Factor

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Diabetes melitus adalah suatu penyakit gangguan kesehatan di mana kadar gula dalam darah seseorang menjadi tinggi karena kekurangan insulin atau reseptor insulin tidak berfungsi baik. Diabetes yang timbul akibat kekurangan insulin disebut DM tipe 1 atau *Insulin Dependent Diabetes Mellitus* (IDDM). Diabetes yang disebabkan karena insulin tidak berfungsi dengan baik disebut DM tipe 2 atau *Non-Insulin Dependent Diabetes*

¹ Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana

² Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi Univeristas Kristen Duta Wacana

³ Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana

Mellitus (NIDDM). Diabetes mellitus telah menjadi penyebab kematian terbesar keempat di dunia (Hans, 2007), dan jumlahnya dari tahun ke tahun makin bertambah.

Menurut data WHO, Indonesia menempati urutan ke-4 terbesar dalam jumlah penderita Diabetes Mellitus di dunia (<http://medicastore.com/diabetes>). Banyak orang awalnya tidak tahu bahwa mereka menderita diabetes mellitus, di negara-negara Asia lebih dari 50 persen (bahkan ada yang mencapai 85 persen) penderita diabetes baru mengetahui diri mereka mengidap diabetes setelah mengalami komplikasi di berbagai organ tubuh (Hans, 2007). Ketidaktahuan ini disebabkan karena minimnya informasi mengenai diabetes, gejalanya dan minimnya tenaga dokter spesialis diabetes.

Pengetahuan yang kurang mengenai gejala dan cara menangani penyakit diabetes mellitus serta jumlah dokter spesialis diabetes mellitus yang masih terbatas merupakan salah satu sebab meningkatnya jumlah orang yang terkena penyakit tersebut. Penulis bermaksud untuk membuat sebuah sistem pakar berbasis web yang dapat mengatasi nilai derajat kepercayaan atau faktor kepastian data yang diperoleh dari hasil konsultasi dengan pasien melalui metode *certainty factor*. Harapan penulis dengan dibangunnya sistem ini adalah supaya dapat membantu dokter atau masyarakat awam sekalipun dalam mengambil keputusan ketika mendiagnosa penyakit diabetes mellitus.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana membangun sebuah sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit diabetes mellitus dan memberikan solusi yang tepat untuk membantu penderita penyakit tersebut dengan metode *certainty factor*.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada pembuatan sistem untuk spesifikasi jenis penyakit diabetes mellitus dibatasi pada kategori penyakit diabetes mellitus tipe 1, tipe 2 dan diabetes gestasional. Sistem ini tidak menyimpan informasi mengenai cara pengobatan.

2. Landasan Teori

2.1. Metode *Certainty Factor*

Dalam aplikasi sistem pakar terdapat suatu metode untuk menyelesaikan masalah ketidakpastian data, salah satu metode yang dapat digunakan adalah faktor kepastian (*certainty factor*) (Kusrini, 2008). Faktor keyakinan diperkenalkan oleh Shortliffe Buchanan dalam pembuatan MYCIN (Wesley). *Certainty factor* (CF) merupakan nilai parameter klinis yang diberikan MYCIN untuk menunjukkan besarnya kepercayaan. Ada 2

macam faktor kepastian yang digunakan, yaitu faktor kepastian yang diisikan oleh pakar bersama dengan aturan dan faktor kepastian yang diberikan oleh pengguna.

Faktor kepastian yang diisikan oleh pakar menggambarkan kepercayaan pakar terhadap hubungan antara *antecedent* dan *konsekuen*. Sementara itu faktor kepastian dari pengguna menunjukkan besarnya kepercayaan terhadap keberadaan masing-masing elemen dalam *antecedent*.

2.2. Penerapan Metode *Certainty Factor*

Certainty factor diperkenalkan oleh Shortliffe Buchanan dalam pembuatan MYCIN (Wesley 1984). *Certainty factor* (CF) merupakan nilai parameter klinis yang diberikan MYCIN untuk menunjukkan besarnya kepercayaan. *Certainty factor* didefinisikan sebagai berikut (Giarattano dan Riley, 1994):

$$CF(H,E) = MB(H,E) - MD(H,E) \quad [2.1]$$

CF(H,E): *certainty factor* dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala (*evidence*) E. Besarnya CF berkisar antara -1 sampai dengan 1. Nilai -1 menunjukkan ketidakpercayaan mutlak sedangkan nilai 1 menunjukkan kepercayaan mutlak.

MB(H,E): ukuran kenaikan kepercayaan (*measure of increased belief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E.

MD(H,E): ukuran kenaikan ketidakpercayaan (*measure of increased disbelief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E.

2.3. Menentukan CF Paralel

Menurut Kusri (2008) pengertian mengenai *certainty factor* paralel dan contoh penerapannya adalah sebagai berikut. *Certainty factor* paralel merupakan CF yang diperoleh dari beberapa premis pada sebuah aturan. Besarnya CF paralel dipengaruhi oleh CF *user* untuk masing-masing premis dan operator dari premis. Rumus untuk masing-masing operator adalah sebagai berikut :

$$CF(x \text{ Dan } y) = \text{Min}(CF(x), CF(y)) \quad [2.2]$$

$$CF(x \text{ Atau } y) = \text{Max}(CF(x), CF(y)) \quad [2.3]$$

$$CF(\text{Tidak } x) = -CF(x) \quad [2.4]$$

2.4. Menentukan CF Sequential

Bentuk dasar rumus *certainty factor* sebuah aturan JIKA E MAKA H ditunjukkan oleh Kusri (2008) dalam rumus berikut :

$$CF(H,e) = CF(E,e) * CF(H,E) \quad [2.5]$$

dimana:

CF(E,e) : *certainty factor evidence* E yang dipengaruhi oleh *evidence* e

CF(H,E) : *certainty factor* hipotesis dengan asumsi *evidence* diketahui dengan pasti, yaitu ketika CF (E,e) = 1

CF(H,e) : *certainty factor* hipotesis yang dipengaruhi oleh *evidence* e

Jika semua *evidence* pada *antecedent* diketahui dengan pasti maka rumusnya adalah sebagai berikut :

$$CF(H,e) = CF (H,E) \quad [2.6]$$

CF sequensial diperoleh dari hasil perhitungan CF paralel dari semua premis dalam satu aturan dengan CF aturan yang diberikan oleh pakar. Rumus untuk melakukan perhitungan CF sequensial adalah sebagai berikut :

$$CF(x,y) = CF(x) * CF(y) \quad [2.7]$$

dengan

CF(x,y) : CF sequensial

CF(x) : CF paralel dari semua premis

CF(y) : CF pakar

2.5. Menentukan CF Gabungan

CF gabungan merupakan CF akhir dari sebuah calon konklusi. CF ini dipengaruhi oleh semua CF paralel dari aturan yang menghasilkan konklusi tersebut CF gabungan diperlukan jika suatu konklusi diperoleh dari beberapa aturan sekaligus. CF akhir dari satu aturan dengan aturan yang lain digabungkan untuk mendapatkan nilai CF akhir bagi calon konklusi tersebut. Rumus untuk melakukan perhitungan CF gabungan adalah sebagai berikut (Kusri, 2008):

$$CF(x,y) = \begin{cases} CF(x) + CF(y) - (CF(x) * CF(y)), & CF(x) > 0 \text{ dan } CF(y) > 0 \\ \frac{CF(x) + CF(y)}{(1 - (\text{Min}(|CF(x)|, |CF(y)|))}}, & \text{salah_satu}(CF(x), CF(y)) < 0 \\ CF(x) + (CF(y) * (1 + CF(x))), & CF(x) < 0 \text{ dan } CF(y) < 0 \end{cases} \quad [2.8]$$

Hubungan antara gejala dan hipotesis sering tidak pasti, sangat dimungkinkan beberapa aturan yang menghasilkan satu hipotesis dan suatu hipotesis menjadi *evidence* bagi aturan yang lain (Heckerman, 1986).

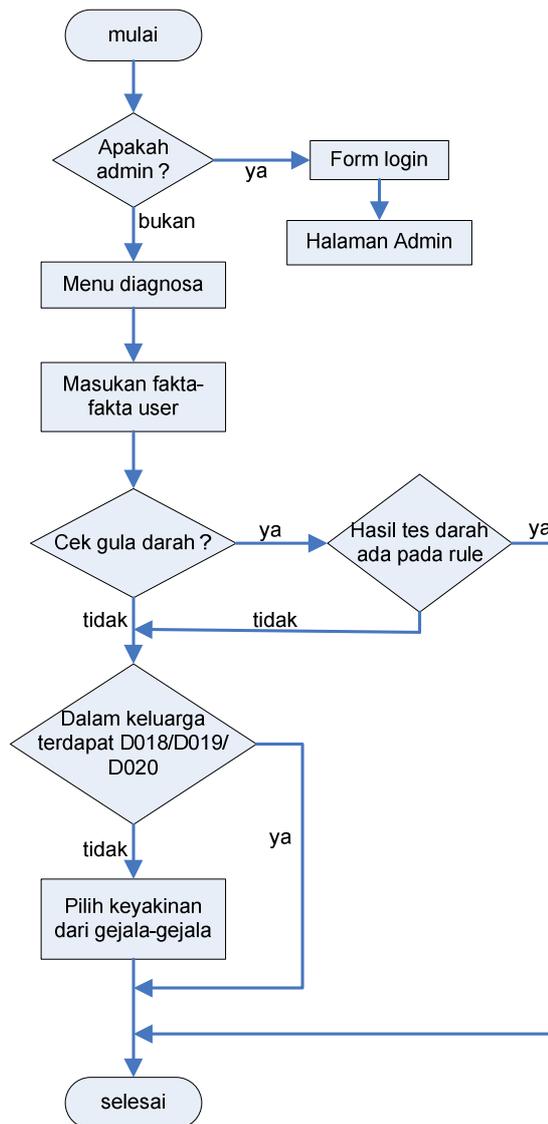
3. Perancangan Sistem

3.1. Alur Kerja Sistem.

Langkah pertama dalam proses inferensi ini dilakukan dengan metode pelacakan ke depan (*forward chaining*). Langkah ini untuk menentukan *rule* yang sesuai dengan proses inferensi dilakukan.

Berikut ini adalah algoritma untuk proses inferensi :

1. Mulai
2. Jika administrator, masukan id dan password di form login
3. Jika *user*, pilih menu Diagnosa Penyakit
4. Masukkan fakta-fakta *user* (nama, jenis kelamin, berat dan tinggi badan)
5. Jika belum pernah cek gula darah lanjut ke langkah 6, jika sudah pernah cek gula darah hilangkan tanda cek point dan masukan besaran kadar gula darah dan lanjut ke langkah 8
6. Pilih sejarah diabetes mellitus dalam keluarga, jika pilihan adalah D018 atau D019 atau D020 lanjut langkah 9 , selain itu lanjut ke langkah 7
7. Pilih keyakinan dari gejala-gejala diabetes yang diajukan sistem, setelah itu lanjut ke langkah 9
8. Jika kadar gula darah termasuk dalam *rule* lanjut ke ke langkah10, jika tidak lanjut ke langkah 6
9. Selesai



Gambar 1. Flowchart proses program

4. Analisis

4.1. Analisis Pembobotan dengan Metode *Certainty Factor*

Hasil penghitungan presentase keyakinan dimulai dengan pemberian bobot / nilai keyakinan (CF) untuk masing-masing fakta pasien dan gejala oleh pakar. Pada sesi konsultasi fakta *user* (Gambar 2), pilihan jawaban hanya ada 2 yaitu jika mengalami atau memilih fakta tersebut (Ya) maka $CF = 1$, jika fakta tersebut tidak dialami atau tidak dipilih *user* (Tidak) maka $CF = 0$. Pada sesi konsultasi gejala (gambar 3), *user* diberi 4 pilihan jawaban yang masing-masing memiliki bobot cf sebagai berikut :

- Sangat Yakin = 1
- Kemungkinan besar iya = 0,8
- Sepertinya iya = 0,5
- Tidak = 0

Semakin *user* yakin bahwa gejala tersebut memang dialaminya maka semakin tinggi pula hasil prosentase keyakinan total yang diperoleh. Nilai yang diproses oleh sistem hanya nilai yang lebih besar dari nol ($cf\ user > 0$). Alasannya, nilai 0 menunjukkan bahwa gejala tersebut tidak teramati atau memang tidak terjadi pada *user*, sehingga perhitungan tidak perlu dilakukan

Proses penghitungan presentase keyakinan diawali dengan penelusuran *rule* yang sesuai dengan hasil konsultasi yang telah dilakukan oleh *user*. *Rule* yang telah ditemukan kemudian dihitung CF nya dengan menggunakan rumus CF sequensial. CF sequensial diperoleh dari hasil perhitungan CF paralel dari semua premis dalam satu aturan dengan CF aturan yang diberikan oleh pakar. Rumus untuk melakukan perhitungan CF sequensial adalah sebagai berikut :

$$CF(x,y) = CF(x) * CF(y)$$

dengan

CF(x,y): CF sequensial

CF(x) : CF paralel dari semua premis

CF(y) : CF pakar

Menggunakan contoh kasus dibawah, akan dibahas proses pemberian bobot pada setiap fakta dan gejala hingga perolehan presentase keyakinan pada *rule 25*.

1. Umur : < 20 tahun
2. Berat badan : 56 Kg
3. Tinggi badan : 176 Kg
4. Sering berkemih dalam jumlah yang banyak (*poliuri*)
5. Merasakan haus yang berlebihan sehingga banyak minum (*polidipsi*)
6. Merasakan lapar yang luar biasa sehingga banyak makan (*polifagi*)
7. Air seni dikerubuti semut
8. Berat badan turun cepat (bisa 5-10kg dalam 2-4 minggu)
9. Penglihatan sulit fokus / kabur
10. Sering merasakan capek padahal tidak melakukan aktivitas yang berat
11. Terdapat bisul atau luka yang lama sembuh
12. Mengalami infeksi pada kulit yang berulang
13. Sering terkena batuk pilek yang berulang-ulang

Dari contoh kasus diatas, untuk gejala (no.4-13) akan diberi keyakinan / cf sebagai berikut :

1. Sering berkemih dalam jumlah yang banyak (*poliuri*) →CF = Sangat Yakin
2. Merasakan haus yang berlebihan sehingga banyak minum (*polidipsi*) →CF = Kemungkinan Besar Iya
3. Merasakan lapar yang luar biasa sehingga banyak makan (*polifagi*) →CF = Sangat Yakin
4. Air seni dikerubuti semut →CF = Sangat Yakin
5. Berat badan turun cepat (bisa 5-10kg dalam 2-4 minggu) →CF = Sangat Yakin
6. Penglihatan sulit fokus / kabur →CF = Kemungkinan Besar Iya
7. Sering merasakan capek padahal tidak melakukan aktivitas yang berat →CF = Sepertinya Iya
8. Terdapat bisul atau luka yang lama sembuh →CF = Sangat Yakin
9. Mengalami infeksi pada kulit yang berulang →CF = Sangat Yakin
10. Sering terkena batuk pilek yang berulang-ulang →CF = Sangat Yakin

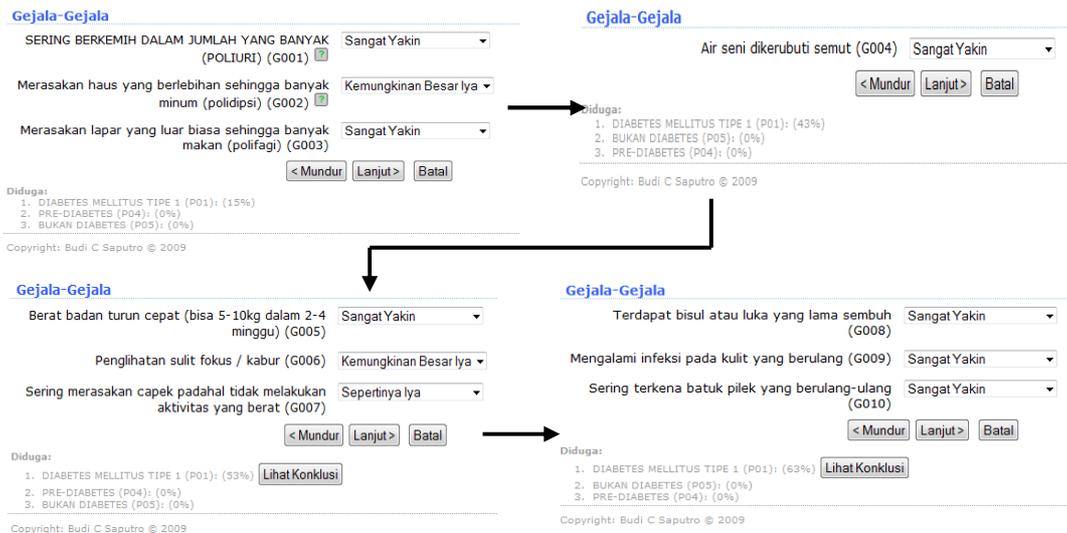
Hasil dari inputan kasus diatas akan terlihat seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3.

The image shows a patient data entry form with the following sections and navigation flow:

- Personal Information:** Nama: Roni, Umur: <20 (D003) tahun, Jenis Kelamin: Laki-laki Perempuan. Navigation: < Mundur, Lanjut >, Batal.
- Physical Characteristics:** Berat Badan: 56 kg, Tinggi Badan: 176 cm, Indeks massa tubuh: 18.078512396694215, kategori Kurus (D008). Navigation: < Mundur, Lanjut >, Batal.
- Blood Sugar Levels:** Kadar gula darah: Belum pernah dicek. Saat puasa: 0 mg/dl, Saat 2 jam setelah makan: 0 mg/dl. Navigation: < Mundur, Lanjut >, Batal.
- Sejarah Diabetes Famili:** Saudara kembar terkena diabetes tipe 1 (D018) ? Navigation: < Mundur, Lanjut >, Batal.
- Diduga:** 1. DIABETES MELLITUS TIPE 1 (P01): (15%), 2. BUKAN DIABETES (P05): (0%), 3. PRE-DIABETES (P04): (0%).
- Copyright:** Budi C Saputro © 2009

Navigation arrows indicate the flow: from Personal Information to Physical Characteristics, then to Blood Sugar Levels, and finally to the Family History section.

Gambar 2. Penelusuran Fakta Pasien



Gambar 3. Penelusuran Gejala Pasien

Langkah selanjutnya, pakar menentukan nilai CF untuk masing-masing fakta dan gejala sebagai berikut :

IF Umur < 20 tahun (D003) \rightarrow $CF_{\text{pakar}} = 5\%$

AND Kurus (D008) \rightarrow $CF_{\text{pakar}} = 10\%$

AND (Sering berkemih dalam jumlah yang banyak (*poliuri*) (G001) **AND**

Merasakan haus yang berlebihan sehingga banyak minum (*polidipsi*) (G002) **AND**

Merasakan lapar yang luar biasa sehingga banyak makan (*polifagi*) (G003)) \rightarrow

$CF_{\text{pakar}} = 35\%$

AND Air seni dikerubuti semut (G004) \rightarrow $CF_{\text{pakar}} = 10\%$

AND (Berat badan turun cepat (bisa 5-10kg dalam 2-4 minggu) (G005) **OR**

Penglihatan sulit fokus / kabur (G006) **OR**

Sering merasakan capek padahal tidak melakukan aktivitas yang berat (G007)) \rightarrow

$CF_{\text{pakar}} = 10\%$

AND (Terdapat bisul atau luka yang lama sembuh (G008) **OR**

Mengalami infeksi pada kulit yang berulang (G009) **OR**

Sering terkena batuk pilek yang berulang-ulang (G010)) \rightarrow $CF_{\text{pakar}} = 7\%$

THEN Diabetes Tipe 1 (P01) \rightarrow $CF_{\text{pakar}} \text{ total} = 77\%$

Dengan menulis kode dari fakta dan gejala saja maka *certainty factor* hipotesis pada saat evidence pasti adalah :

$CF(H,E) : CF(H,E) : CF(H, D003 \cap D008 \cap (G001 \cap G002 \cap G003) \cap G004 \cap$

$(G005 \cup G006 \cup G007) \cap (G008 \cup G009 \cup G010))$

: 77%

Misalkan *user* memilih jawaban sebagai berikut

(D003)	= Ya	= 1
(D008)	= Ya	= 1
(G001)	= Sangat Yakin	= 1
(G002)	= Kemungkinan Besar Iya	= 0.8
(G003)	= Sangat Yakin	= 1
(G004)	= Sangat Yakin	= 1
(G005)	= Sangat Yakin	= 1
(G006)	= Kemungkinan Besar Iya	= 0.8
(G007)	= Sepertinya Iya	= 0.5
(G008)	= Sangat Yakin	= 1
(G009)	= Sangat Yakin	= 1
(G010)	= Sangat Yakin	= 1

Langkah berikutnya adalah menghitung CF sequential antara CF pakar dengan CF dari *user*. Untuk fakta (D003,D008) dan gejala (G004) langsung dapat dihitung CF sequentialnya dikarenakan hanya berdiri sendiri, akan tetapi untuk yang lain harus dicari CF paralelnya terlebih dahulu.

$$\begin{aligned}CF_{\text{sequential}}(D003) &= 5\% * 1 = 5\% \\CF_{\text{sequential}}(D008) &= 10\% * 1 = 10\% \\CF_{\text{paralel}}(G001,G002,G003) &= \min[1,0.8,1] = 0.8 \\CF_{\text{sequential}}(G001,G002,G003) &= 35\% * 0.8 = 28\% \\CF_{\text{sequential}}(G004) &= 10\% * 1 = 10\% \\CF_{\text{paralel}}(G005,G006,G007) &= \max[1,0.8,0.5] = 1 \\CF_{\text{sequential}}(G005,G006,G007) &= 10\% * 1 = 10\% \\CF_{\text{paralel}}(G008,G009,G010) &= \max[1,1,1] = 1 \\CF_{\text{sequential}}(G008,G009,G010) &= 7\% * 1 = 7\%\end{aligned}$$

Jadi CF total untuk *rule* 25 adalah sebagai berikut :

$$CF_{\text{total}} = 5\% + 10\% + 28\% + 10\% + 10\% + 7\% = 70\%$$

Perhitungan $CF_{\text{sequential}}$ tersebut menghasilkan presentasi keyakinan sebesar 70%. Pada gambar 4, presentase keyakinan yang diperoleh dari hasil perhitungan yang dilakukan oleh sistem, juga menghasilkan nilai 70%. Hal tersebut membuktikan bahwa implementasi metode *Certainty Factor* pada sistem tersebut telah dilakukan dengan benar.



Gambar 4. Hasil Konsultasi

4.2. Ketepatan hasil Analisis Sistem

Pada sistem pakar berbasis web untuk mendiagnosa penyakit diabetes mellitus ini ketepatan hasil analisa sistem dapat diketahui dengan pengujian sistem terhadap pasien diabetes. Untuk hasil analisa ini dapat dilihat dari table 1 dibawah ini :

Tabel 1. Pengujian kepada Pasien

No	Waktu	Nama (Jenis Kelamin)	Usia (thn)	BMI	Diagnosa		
					Dokter	Kadar Gula	Fakta dan Gejala
1.	05-12-2010	Parman (L)	63	Gemuk	DM 2	DM 2 (99%)	DM 2 (55%)
2.	05-12-2010	Muryani (P)	54	Kurus	DM 2	DM 2 (99%)	Tidak ada konklusi
3.	13-12-2010	Amanah (P)	52	Gemuk	DM 2	DM 2 (99%)	DM 2 (67%)

Tabel 1. Pengujian kepada Pasien (Lanjutan)

No	Waktu	Nama	Usia	BMI	Diagnosa
----	-------	------	------	-----	----------

		(jenis kelamin)	(thn)		Dokter	Kadar gula	Fakta dan Gejala
4.	13-12-2010	Surip Evani (P)	58	Normal	DM 2	DM 2 (99%)	DM 2 (50%)
5.	13-12-2010	Kartini (P)	66	Normal	DM 2	DM 2 (99%)	Tidak ada konklusi
6.	13-12-2010	Sunarni (P)	46	Normal	DM 2	DM 2 (99%)	Tidak ada konklusi
7.	19-12-2010	Bowo (L)	35	Normal	DM 2	DM 2 (99%)	DM 2 (70%)
8.	19-12-2010	Sri Mulyani (P)	56	Normal	DM 2	DM 2 (99%)	DM 2 (50%)

Dari pengujian sistem terhadap 8 pasien yang telah didiagnosa oleh dokter menderita diabetes mellitus tipe 2 didapatkan hasil sebagai berikut :

- 1) Apabila pasien didiagnosa berdasarkan kadar gula darah maka 8 pasien tersebut terdiagnosa sistem dengan cf sebesar 99%. Ketepatan analisa sistem 100%.

Apabila pasien didiagnosa berdasarkan fakta dan gejala maka dari 8 pasien yang terdiagnosa oleh sistem, terdapat 5 pasien terdiagnosa DM tipe 2 dengan cf diatas 50%, dan 3 lainnya tidak ada konklusi. Dengan demikian ketepatan analisa sistem sebesar 62.5%.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan analisis sistem pada program sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit diabetes mellitus menggunakan metode *certainty factor*, maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Metode *certainty factor* berhasil di implementasikan dalam sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit diabetes mellitus.
- 2) Penerapan metode *certainty factor*, mampu memberikan hasil berupa prosentase keyakinan terhadap kebenaran solusi.
- 3) Dari hasil ujicoba terhadap 8 pasien didapatkan prosentase ketepatan dari sistem adalah 62.5% (berdasarkan fakta dan gejala) dan hasil anaisa sistem 100% (berdasarkan kadar gula darah).

Daftar Pustaka

- , (2006), *Sistem Pakar Teori dan Aplikasi*, Penerbit ANDI, Yogyakarta
- , (2008), *Diabetes Tanya Jawab Dengan Ahlinya*, Penerbit Gramedia, Jakarta
- Giarattano, J. & Riley, G., (1994), *Expert System Principles and Programming*, PWS Publishing Company, Boston
- Kusrini, (2008), *Aplikasi Sistem Pakar*, Penerbit ANDI, Yogyakarta

Martin, J. & Oxman, S., (1988), *Building Expert Systems a tutorial*, Prentice Hall, New Jersey

Misnadiarly, (2006), *Diabetes Mellitus*, Penerbit Pustaka Populer Obor, Jakarta.

Tandra, H., (2008), *Segala sesuatu yang harus Anda ketahui tentang Diabetes*, Penerbit Gramedia, Jakarta