

PENGEMBANGAN SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT TUBERCULOSIS DAN DEMAM BERDARAH BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR

Yulianti Paula Bria¹, Engelbertus Agung S. Takung²

^{1,2} Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira Kupang
Jl. Achmad Yani No. 50-52 Kupang NTT 85000
E-mail: orens.b23@gmail.com, ellhazard7@gmail.com

ABSTRAKS

Penyakit Tuberculosis (TBC/TB) dan Demam Berdarah (DBD) merupakan bagian dari 9 penyakit mematikan di dunia. Kurangnya pengetahuan terkait gejala penyakit merupakan faktor utama penyebab tingginya angka penderita. Oleh karena itu perlu adanya sebuah sistem pakar yang dapat membantu mendiagnosis penyakit TBC dan DBD yang dapat membantu melakukan diagnosis awal terhadap gejala-gejala yang timbul untuk mendapatkan penanganan lebih dini. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah Expert System Life Cycle (ESLC). Tahapan-tahapan dari metode ESLC adalah menganalisis kebutuhan sistem, mengumpulkan pengetahuan yang akan dijadikan knowledge based, membuat rancangan alur sistem, melakukan testing sistem, mengevaluasi sistem, dan melakukan pemeliharaan terhadap sistem. Dalam perancangan sistem ini digunakan bahasa pemrograman PHP dengan database MySQL dan metode Certainty Factor (CF). Hasil dari penelitian ini adalah sebuah sistem pakar diagnosis penyakit TBC dan DBD berbasis web dengan nilai certainty factor yang akurat yang dapat membantu masyarakat dan dokter dalam mendiagnosis penyakit TBC dan DBD.

Kata Kunci: sistem pakar, tuberculosis, demam berdarah, eslc, certainty factor

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecerdasan buatan atau *artificial intelligence* merupakan bagian dari ilmu komputer yang membuat agar mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia. Dalam *artificial intelligence* terdapat sebuah cabang yang mempelajari kepakaran yaitu sistem pakar (Kusumadewi, 2003).

Sistem pakar (*expert system*) merupakan bagian dari kecerdasan buatan dimana sistem berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. Dengan adanya sistem pakar, user dapat berinteraksi dengan komputer untuk menyelesaikan masalah tertentu. Hal ini dikarenakan sistem pakar dapat menyediakan basis pengetahuan (Naser et.al., 2008). Implementasi sistem pakar dapat diterapkan dalam bidang kesehatan selain sebagai informasi bagi masyarakat terutama para penderita penyakit tertentu untuk mengetahui diagnosis awal, juga sebagai alat bantu bagi dokter untuk pengambilan keputusan.

Sebuah sistem pakar tentunya membutuhkan informasi yang valid dari pengguna untuk dapat menampilkan hasil yang benar. Tidak dapat dipungkiri bahwa akan ditemukan jawaban dari pengguna yang tidak memiliki kepastian penuh sehingga hasil diagnosis pun kurang maksimal. Ketidakpastian data dapat disebabkan karena ketidaklengkapan data ataupun adanya kesalahan informasi (Kusrini, 2007). Untuk mengatasi masalah

ketidakpastian data ini maka digunakan metode *certainty factor* (CF).

Penyakit yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah penyakit TBC dan Demam Berdarah karena kedua penyakit ini merupakan bagian dari 9 penyakit berbahaya di dunia. TBC berada pada peringkat ke-8 sedangkan Demam Berdarah pada peringkat ke-9. Untuk penyakit TBC berdasarkan laporan penanggulangan global TBC yang dikeluarkan oleh WHO pada tahun 2004, angka insidensi TBC pada tahun 2002 mencapai 555.000 kasus (256 kasus/100.000 penduduk), dan 46% di antaranya diperkirakan kasus baru (Sandina, 2011).

Saat ini penderita TBC dan DBD masih menjadi bagian dari perhatian dunia. Khususnya DBD, penyakit ini merupakan penyakit yang paling sering ditangani oleh para medis baik di rumah sakit maupun di Puskesmas. Tidak sedikit juga penderita yang telah direnggut nyawanya karena penyakit ini. Hal ini disebabkan keterlambatan penanggulangan terhadap penderita karena kurangnya pengetahuan terhadap gejala yang timbul dari penyakit ini. Selain kurangnya pengetahuan, faktor mahal biaya pengobatan juga menjadi salah satu permasalahan penting.

Berbagai upaya telah dilakukan demi mencegah penyakit ini mulai dari pengasapan, menjalankan program menguras, mengubur, menutup (3M) dan lain-lain demi mencegah demam berdarah. Namun hasilnya tetaplah sama, para penderita demam berdarah terus meningkat.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dibuatkan suatu sistem yaitu "Pengembangan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tuberculosis Dan Demam

Berdarah Berbasis Web Menggunakan Metode *Certainty Factor*” yang dapat membantu masyarakat dalam mengidentifikasi setiap gejala yang timbul dari penyakit TBC/TB dan DBD.

1.2 Rumusan Masalah

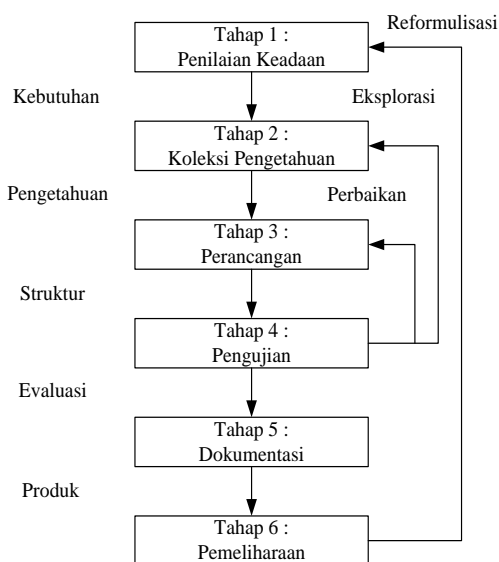
Rumusan masalah dari penelitian ini adalah “bagaimana mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit *Tuberculosis* dan demam berdarah berbasis web menggunakan metode *certainty factor*?”.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit *Tuberculosis* dan demam berdarah berbasis web menggunakan metode *certainty factor* agar dapat membantu masyarakat dalam mengetahui gejala awal dari penyakit TBC dan demam berdarah sehingga dapat mengambil tindakan dini. Selain itu dapat membantu dokter dalam mengambil keputusan untuk mengambil tindakan lebih lanjut.

1.4 Metodologi Penelitian

Dalam pengembangan sistem pakar ini digunakan sebuah metode yang secara khusus diterapkan dalam pengembangan sistem pakar. Metode yang digunakan tersebut adalah *Expert System Life Cycle (ESLC)*. Adapun tahapan-tahapan dalam pengembangannya dapat dilihat pada gambar 1 (Kusumadewi, 2003):



Gambar 1. Siklus hidup pengembangan sistem pakar (Kusumadewi, 2003)

- Menganalisis masalah dan kebutuhan
Pada tahap ini dilakukan pengamatan langsung pada tempat yang menjadi objek penelitian.
- Koleksi Pengetahuan.
Pada tahap ini dikumpulkan berbagai pengetahuan mengenai penyakit TBC dan DBD, baik melalui buku-buku maupun melalui wawancara langsung dengan dokter

(pakar/expert). Hasil dari tahapan ini berupa *knowledge based* dari sistem pakar yang akan dibangun.

- Perancangan
Pada tahap ini yang akan dilakukan adalah menggambarkan bagaimana model dan cara kerja atau proses kerja dari sistem pakar yang akan dibangun.
- Test
Pada tahap ini dilakukan uji coba sistem untuk mematenkan sistem yang dibangun sesuai dengan kebutuhan dan perancangan.
- Mengevaluasi sistem.
Pada tahap ini sistem yang sudah jadi akan dilihat kembali dan dikaji ulang apakah perlu adanya penambahan atau tidak.
- Pemeliharaan
Tujuan tahapan ini adalah untuk menjaga kinerja dari sistem pakar yang dibangun.

1.5 Tinjauan Pustaka

Sistem pakar merupakan cabang ilmu dari *Artificial Intelligence (AI)* yang cukup tua karena dikembangkan pada tahun 1960. Istilah sistem pakar berasal dari istilah *knowledge – based expert system*. Sampai saat ini sudah banyak sistem pakar yang dibuat, seperti MYICN yang digunakan untuk diagnosa penyakit, DENDRAL untuk mengidentifikasi struktur molekul, SOPHIE yang digunakan untuk menganalisis sirkuit elektronik, dan sebagainya (Sutojo et.al, 2011).

Sistem pakar dapat membantu dokter dalam pekerjaan sehari-harinya dalam mendiagnosis pasien dan mampu menyebarkan pengetahuan beberapa dokter ahli yang sangat terampil di bidangnya untuk staf medis secara lebih luas. Mesin intelijen memainkan peranan penting dalam perancangan sistem pakar dalam diagnosis medis (Prasadi et.al, 2011).

Penelitian sebelumnya di bidang medis dilakukan oleh penulis (Bria et.al, 2011) terkait sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit umum pada Rumah Sakit Umum Atambua telah berhasil dikembangkan dengan menggunakan metode *Certainty Factor (CF)*. Namun penelitian ini belum bisa diterapkan karena output dari sistem ini hanya berupa anamnesis awal berdasarkan gejala penyakit yang diinputkan. Penelitian ini dilengkapi oleh Bria (2014) dengan menambahkan komponen pemeriksaan fisik dan laboratorium agar hasil diagnosis yang diperolehpun dapat maksimal. Pendekatan metode yang sama dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini.

Penelitian lain di bidang kesehatan yang telah berhasil dikembangkan juga dilakukan Alshaban dan Taher (2009), Maizels dan Wolfe (2008), Naser et.al. (2008), Neshat et.al. (2009), Patra et.al. (2010), Koutsojannis et.al. (2008), Ngah et.al. (2007), Singh

et.al. (2010), Oluwagbemi et.al. (2009) serta Karabatak dan Ince (2009).

Metode yang sering digunakan untuk menangani masalah *uncertainty* adalah CF. Kebanyakan sistem pakar menggunakan nilai CF langsung dari pengguna sistem untuk memperoleh kepastian (Kusrini, 2007). CF dalam sebuah sistem pakar adalah nilai aritmatik dengan nilai interval [0,1] (Marakakis et.al., 2005).

Teori *Certainty Factor* (CF) diusulkan oleh Shortliffe dan Buchanan pada tahun 1975 untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran (*inexact reasoning*) seorang pakar. Seorang pakar (misalnya dokter) sering menganalisis informasi yang ada dengan ungkapan seperti “mungkin”, “kemungkinan besar”, “hampir pasti”. Untuk mengakomodasi hal ini kita menggunakan CF guna menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap masalah yang dihadapi.

Dalam penentuan nilai CF terdapat dua cara yang bisa digunakan :

1. Metode *Net Belief* diusulkan oleh E.H Shortliffe dan B.G Buchanan dengan rumus seperti persamaan 1.

$$CF = MB(H,E) - MD(H,E) \quad (1)$$

Dimana :

CF (Rule) = faktor kepastian

MB (H,E) = *measure of belief* (ukuran kepercayaan) terhadap hipotesis H, jika diberikan *evidence* E (antara 0 dan 1)

MD (H,E) = *measure of disbelief* (ukuran ketidakpercayaan) terhadap *evidence* H, jika diberikan *evidence* E (antara 0 dan 1)

2. Dengan mewawancarai seorang pakar Tabel kepastian untuk dasar wawancara pakar dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel Kepastian

<i>Uncertain Term</i>	<i>CF</i>
<i>Definitely no</i> (pasti tidak)	0
<i>Probably no</i> (kemungkinan besar tidak)	0.2
<i>Unknown</i> (tidak tahu)	0.5
<i>Probably yes</i>	0.8
<i>Definitely</i> (pasti)	1

2. PEMBAHASAN

2.1 Analisis Kebutuhan Sistem / Tahap Penilaian Keadaan

2.1.1 Analisis Peran Sistem

Dalam dunia pengobatan, cara mengobati seorang pasien oleh seorang dokter tidaklah sama. Masing-masing dokter memiliki caranya tersendiri,

semua itu tergantung pada pengetahuan dan pengalamannya.

Sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit TBC dan DBD yang akan dibangun mengadopsi pengetahuan dan pengalaman dari seorang pakar/dokter berdasarkan pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki terhadap gejala yang muncul.

Sistem pakar ini dibangun untuk untuk memberikan hasil diagnosa awal kepada pengguna/pasien tentang penyakit TBC dan DBD juga sebagai alat bantu bagi seorang dokter untuk dapat mengambil keputusan atau diagnosa yang tepat terhadap suatu gejala yang timbul sehingga diperoleh pengobatan yang tepat.

Perancangan sistem ini meliputi :

- a. Sistem mengadopsi pemikiran pakar/dokter dalam mendiagnosis penyakit TBC dan DBD
- b. Sistem menganalisis masukan pengguna dengan aturan yang ditetapkan
- c. Sistem dapat mengambil keputusan berdasarkan masukan dari pengguna
- d. Sistem memberikan informasi berupa pengetahuan kepada pengguna mengenai angka kemungkinan penyakit TBC dan DBD yang diderita berdasarkan keluaran *Certainty Factor* dari masukan gejala yang dialami.

Alasan sistem ini dibuat menggunakan bahasa pemrograman PHP dan databases MySQL adalah supaya lebih *user friendly* atau dalam hal ini mudah dalam penggunaannya dan pengembangan selanjutnya.

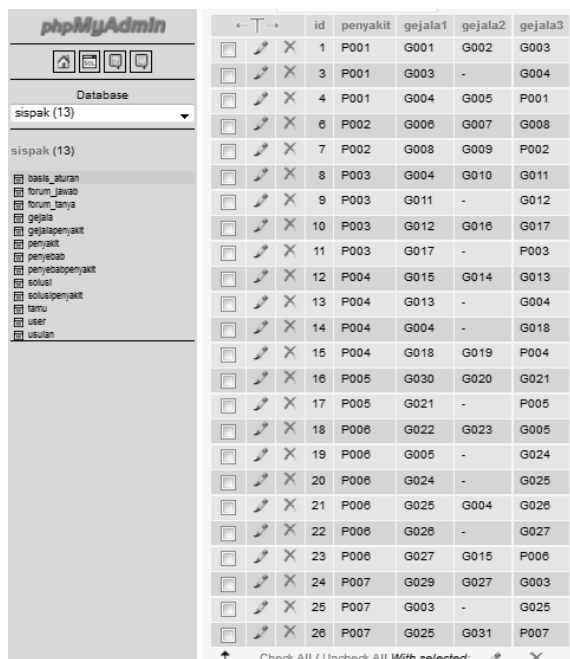
2.1.2 Analisis Peran Pengguna

Sistem ini memiliki tiga kategori pengguna, yaitu administrator, pakar dan *user*.

- a. Administrator/admin
Pada sistem ini admin memiliki fungsi untuk menjaga keamanan database dari sistem, memperbaharui database sistem, dan memberi batasan akses terhadap sistem.
- b. Pakar
Pada sistem ini, pakar/dokter memiliki fungsi untuk menginput data gejala, data solusi, data penyebab dari penyakit dan memperbaharui knowledge base sistem.
- c. *User* (Pasien)
Dalam sistem ini *user* (pasien) melakukan registrasi, memberikan usulan, serta melakukan diagnosis.

2.2 Tahap Koleksi Pengetahuan

Pada tahap pengetahuan mengenai penyakit TBC dan DBD dikumpulkan melalui buku-buku medis dan wawancara langsung dengan dokter. Hasilnya diolah menjadi *knowledge based* yang dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.



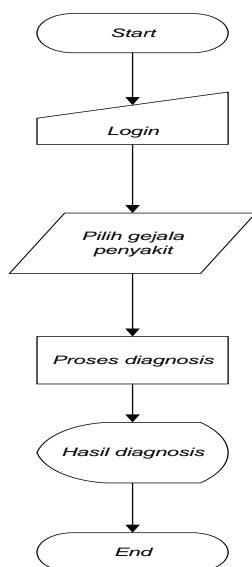
	id	penyakit	gejala1	gejala2	gejala3
<input type="checkbox"/>	1	P001	G001	G002	G003
<input type="checkbox"/>	3	P001	G003	-	G004
<input type="checkbox"/>	4	P001	G004	G005	P001
<input type="checkbox"/>	6	P002	G006	G007	G008
<input type="checkbox"/>	7	P002	G008	G009	P002
<input type="checkbox"/>	8	P003	G004	G010	G011
<input type="checkbox"/>	9	P003	G011	-	G012
<input type="checkbox"/>	10	P003	G012	G016	G017
<input type="checkbox"/>	11	P003	G017	-	P003
<input type="checkbox"/>	12	P004	G015	G014	G013
<input type="checkbox"/>	13	P004	G013	-	G004
<input type="checkbox"/>	14	P004	G004	-	G018
<input type="checkbox"/>	15	P004	G018	G019	P004
<input type="checkbox"/>	16	P005	G030	G020	G021
<input type="checkbox"/>	17	P005	G021	-	P005
<input type="checkbox"/>	18	P006	G022	G023	G005
<input type="checkbox"/>	19	P006	G005	-	G024
<input type="checkbox"/>	20	P006	G024	-	G025
<input type="checkbox"/>	21	P006	G025	G004	G026
<input type="checkbox"/>	22	P006	G026	-	G027
<input type="checkbox"/>	23	P006	G027	G015	P006
<input type="checkbox"/>	24	P007	G029	G027	G003
<input type="checkbox"/>	25	P007	G003	-	G025
<input type="checkbox"/>	26	P007	G025	G031	P007

Gambar 2. Knowledge base/basis pengetahuan

2.3 Tahap Perancangan Sistem Pakar

2.3.1 Perancangan Diagram Alir Sistem (Flowchart)

Perancangan *flowchart* dari sistem pakar yang dikembangkan dapat dilihat pada gambar 3.



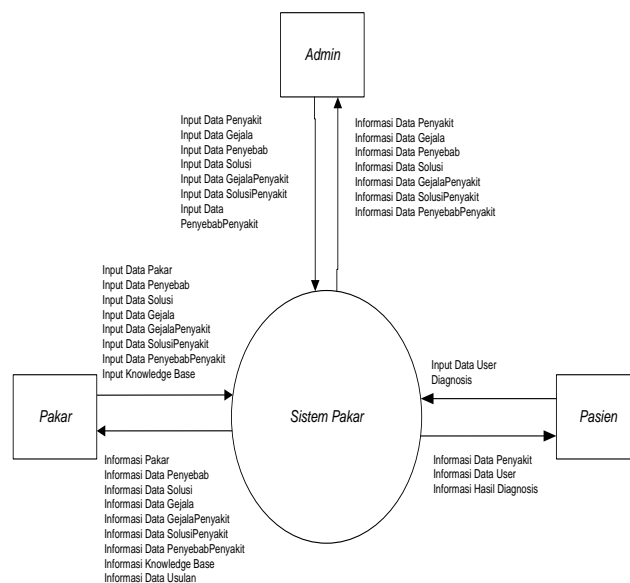
Gambar 3. Flowchart sistem pakar

Untuk memulai proses diagnosis setiap *user* wajib mengisi *form* login sesuai dengan data pada saat registrasi awal. Jika *username* dan *password* *user* benar, sistem akan menampilkan *form* untuk melakukan proses diagnosis. Pada saat proses diagnosis sistem akan menampilkan beberapa gejala yang berhubungan dengan penyakit TBC dan DBD. *User* harus memilih gejala pada sistem berdasarkan gejala yang dirasakan. Kemudian *user* akan diminta

untuk mengisi nilai CF dari gejala yang dipilih berdasarkan tabel kepastian. Jika semua gejala yang dirasakan telah dipilih sistem akan menghitung seberapa besar nilai CF penyakit berdasarkan gejala yang dipilih.

2.3.2 Diagram Konteks (Context Diagram)

Diagram konteks mewakili kegiatan seluruh sistem yang menggambarkan hubungan input atau output penggambaran diagram konteks yang digunakan pada sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit TBC dan DBD. Diagram konteks untuk sistem pakar dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram konteks sistem pakar

2.4 Pengujian

Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *black box*. Uji coba dengan *black box* pada sistem ini bertujuan untuk menentukan fungsi cara beroperasinya, apakah data keluaran telah berjalan sebagaimana yang diharapkan. Langkah pengujian ini menggunakan dua kasus uji yaitu apabila sistem berjalan sesuai dengan harapan dan apabila terjadi kesalahan *input*.

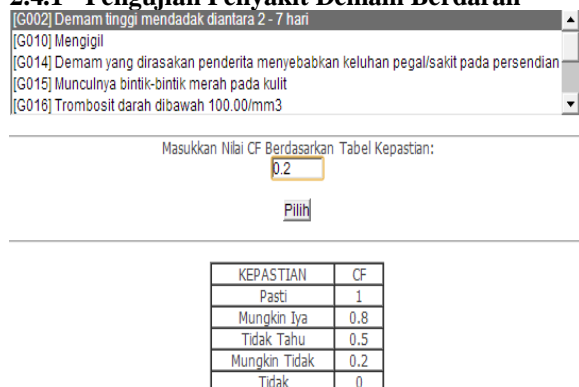
Pengujian dilakukan dengan memilih gejala yang ditampilkan oleh sistem kemudian membandingkan hasil perhitungan nilai CF yang diberikan oleh sistem dengan perhitungan manual berdasarkan basis pengetahuan yang sudah ditetapkan. Pengujian dilakukan terhadap penyakit DBD dan TBC dengan masing-masing gejala yang diberikan.

Tampilan halaman diagnosis dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan halaman diagnosis

2.4.1 Pengujian Penyakit Demam Berdarah



Gambar 6. Pengujian demam berdarah 1



Gambar 7. Pengujian demam berdarah 2

Pada gambar 6 user memilih gejala “Demam tinggi mendadak diantara 2-7 hari” dengan $CF_{user}=0.2$ kemudian pada gambar 7 user memilih gejala “Trombosit darah dibawah 100.000/mm³” dan $CF_{user}=1$. Setelah selesai memilih sistem akan mencari data dari kedua gejala tersebut pada basis data, kemudian nilai CF dari setiap data akan dihitung berdasarkan rumus perhitungan $CF_{parallel}$.

Gejala 1, $CF_{pakar} = 1$; $CF_{user} = 1$

Gejala 2, $CF_{pakar} = 1$; $CF_{user} = 0.2$

Gejala A = $CF_{pakar} * CF_{user}$
= $1 * 1$
= 1

Gejala B = $CF_{pakar} * CF_{user}$
= $1 * 0.2$
= 0.2

$CF_{parallel} = CF_{GA} + CF_{GB} * (1 - CF_{GA})$
= $1 + 0.2 * (1 - 1)$
= 1

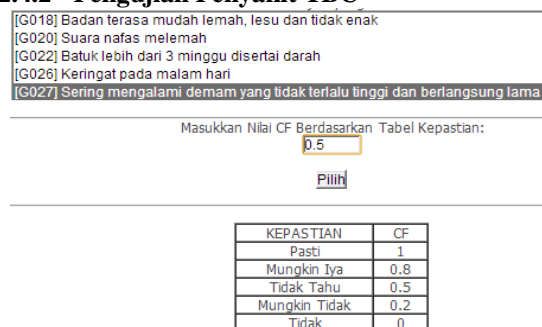
CF Total = 1

Berdasarkan gejala yang dipilih anda didiagnosa penyakit Demam Berdarah dengan CF 1 (100%).

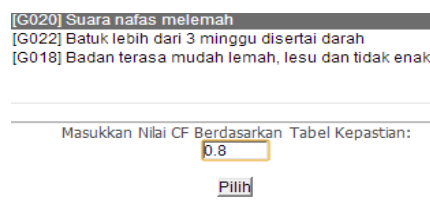
Gambar 8. Hasil pengujian demam berdarah

Dari hasil perhitungan manual diperoleh hasil yang sama dengan nilai CF yang diberikan oleh sistem pada gambar 8. Hal ini membuktikan perhitungan nilai CF pada sistem ini telah sesuai.

2.4.2 Pengujian Penyakit TBC



Gambar 9. Pengujian TBC 1



Gambar 10. Pengujian TBC 2

Pada gambar 9 user memilih gejala “Sering mengalami demam yang tidak terlalu tinggi dan berlangsung lama” dengan $CF_{user}=0.5$ kemudian pada gambar 10 user memilih gejala “Suara nafas melemah” dan $CF_{user}=0.8$. Setelah selesai memilih gejala-gejala tersebut sistem dengan otomatis akan mencari data dari kedua gejala tersebut pada basis

data, kemudian nilai CF dari setiap data akan dihitung berdasarkan rumus perhitungan $CF_{paralel}$.

Gejala 1, $CF_{pakar} = 1$; $CF_{fuser} = 1$
Gejala 2, $CF_{pakar} = 1$; $CF_{fuser} = 0.2$

Gejala 1 = $CF_{pakar} * CF_{fuser}$
= $1 * 0.8$
= 0.8

Gejala 2 = $CF_{pakar} * CF_{fuser}$
= $1 * 0.5$
= 0.5

$CF_{paralel} = CF_{G1} + CF_{G2} * (1 - CF_{G1})$
= $0.8 + 0.5 * (1 - 0.8)$
= 0.90

CF Total = 0.9

Berdasarkan gejala yang dipilih anda didiagnosa penyakit
TBC dengan CF 0.9

Gambar 11. Hasil pengujian TBC

Dari hasil perhitungan manual diperoleh nilai $CF=0.90$. Oleh karena itu hasil perhitungan manual sama dengan nilai CF yang dihasilkan oleh system pada gambar 11. Hal ini membuktikan perhitungan nilai CF pada sistem ini telah sesuai.

3. KESIMPULAN

Sistem pakar diagnosis penyakit *Tuberculosis* dan demam berdarah berbasis web menggunakan metode *certainty factor* telah berhasil dikembangkan dan dapat membantu masyarakat dalam mendiagnosis penyakit TBC dan DBD sehingga dapat ditanggulangi lebih dini. Selain itu sistem pakar ini dapat membantu dokter dalam pengambilan keputusan.

Berdasarkan hasil pengujian nilai *certainty factor* dari sistem pakar sama dengan perhitungan manual sehingga dapat dikatakan metode *certainty factor* berhasil diterapkan dalam sistem pakar diagnosis penyakit *Tuberculosis* dan demam berdarah.

PUSTAKA

- Alshaban, S., Taher, A.K. 2009. Building a proposed expert system using blood testing. *Journal of Engineering and Technology Research*, 1(1):001-006.
- Bria, Y.P. 2014. Design and Develop of Expert System to Diagnose Common Diseases Based Initial Assessment, Physical and Laboratory Checkup. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 5(1).
- Bria, Y.P., Ernawati, Suyoto. 2011. Pengembangan Sistem Pakar untuk Mendiagnosis Penyakit mum Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor (Studi Kasus: Rumah Sakit Umum Atambua-Belu), *Prosiding Digital Information & System Conference*, pp.104-109.
- Karabatak, M., Ince, M.C. 2009. An Expert System For Detection Of Breast Cancer Based On

- Association Rules And Neural Network. *ELSEVIER*, 36(2):3465-3469.
- Koutsojannis, C., Tsimara, M., Nabil, E. 2008. HIROFILOS: A Medical Expert System for Prostate Diseases. *WSEAS*, 8(9):254-259.
- Kusrini. 2007. Question Quantification to Obtain User Certainty Factor in Expert System Application for Disease Diagnosis. *Electrical Engineering and Informatics*, E-11(7):765-768.
- Kusumadewi, S. 2003. *Artificial Inteligece (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Maizels, M., Wolfe, W.J. 2008. An Expert System for Headache Diagnosis: The Computerized Headache Assessment Tool (CHAT). *Journal compilation*, pp. 72-78.
- Marakakis, E., Vassilakis, K., Kalivianakis, E., Micheliyiannis, S. 2005. Expert System for Epilepsy with Uncertainty. *ICGST*, 1(05):72-78.
- Naser, S., Ola A.Z.A. 2008. An Expert System for Diagnosing Eye Diseases Using Clips. *JATIT*, 4 (10): 923-930.
- Neshat, M., Yaghobi, M. 2009. Designing a Fuzzy Expert System of Diagnosing the Hepatitis B Intensity Rate and Comparing It with Adaptive Neural Network Fuzzy System. *WCECS*, II(7):797-802.
- Ngah, U.K., Aziz, S.A., Aziz, M.E., Murad, M., Mahdi, N.M.N., Shakaff, A.Y.M., Isa, N.A.M., Mashor, M.Y., Arshad, M.R. 2007. A BI-RADS Based Expert Systems for the Diagnoses of Breast Diseases. *American Journal of Applied Sciences*, 4(11):865-873.
- Oluwagbemi, O., Adeoye, E., Fatumo, S. 2009. Building a Computer-Based Expert System for Malaria Environmental Diagnosis: An Alternative Malaria Control Strategy. *Egyptian Computer Science Journal*, 33(1): 55-69.
- Patra, P.S.K., Sahu, D.P., Mandal, I. 2010. An Expert System for Diagnosis of Human Diseases. *Computer Applications*, 1(13): 279-439.
- Prasadi, B.D.C.N., Prasad, P.E.S.N.K., Sagar, Y. 2011. An Approach To Develop Expert Systems In Medical Diagnosis Using Machine Learning Algorithms (Asthma) And A Performance Study. *International Journal on Soft Computing(IJSC)*, 2(1):26-33.
- Sandina, D. 2011. 9 Penyakit Mematikan Mengenali Tanda & Pengobatannya, *Smart Pustaka*. Yogyakarta : Smart Pustaka.
- Singh, T., Bhadauria, S.S., Wadhwani, S., Wadhwani, A.K. 2010. Expert System Design and Analysis for Breast Cancer Diagnosis. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2(12):7491-7499.
- Sutojo, J., Mulyanto, E., Suhartono, V. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta : Andi.