

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Saraf Menggunakan Metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor*

Lucky Alexandre Lembangan, Ir.Kartika Gunadi, Alexander Setiawan
Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121-131 Surabaya, 60236

Telp. (031) – 2983455, Fax. (031) - 8418658

E-mail : luckyalexander21@gmail.com, kgunadi@petra.ac.id, alexander@petra.ac.id

ABSTRAK

Penyakit saraf merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang memerlukan kebijakan khusus dalam upaya penanganannya sehingga diperlukan data yang lengkap mengenai penyebab, perkembangan dan outcome. Penyakit saraf terdiri dari macam macam bagian jenis saraf. Kebanyakan masyarakat saat ini cenderung mengabaikan atau kurang dalam menanggapi gangguan yang terjadi pada sistem saraf. Bagaimanapun juga sistem sistem saraf sangat berperan penting dalam segala aktivitas manusia, karena jika sedikit saja timbul gejala atau gangguan yang diabaikan maka bisa berakibat serius. Sebagaimana teknologi makin canggih maka dari itu untuk kedepannya penelitian ini diharapkan bisa membantu menggantikan peran seorang dokter untuk mendiagnosa dini gejala pada sistem saraf yang akan diimplementasikan pada sebuah sistem yang dinamakan sistem pakar.

Sistem pakar diagnosa penyakit saraf ini dilengkapi dengan metode *Forward chaining* dan *Certainty factor*. Kegunaan dari *forward chaining* pada program ini yaitu berfungsi untuk mengumpulkan fakta-fakta yang terjadi pada *user* sehingga nanti menghasilkan kesimpulan, sehingga pengguna tidak perlu menjawab segala pertanyaan yang ada. Dengan memilih gejala-gejala yang ada nantinya akan mendapatkan suatu kesimpulan yaitu penyakit saraf yang dimiliki oleh *user*. Kegunaan dari *Certainty factor* pada program ini untuk menampilkan tingkat keyakinan sistem terhadap hasil diagnosa dalam bentuk persentase. Sehingga nantinya berfungsi untuk meyakinkan pengguna pada saat menggunakan program ini.

Berdasarkan hasil pengujian, program ini dapat memberikan solusi yang sesuai dengan penyakit yang berhubungan dengan gejala yang dirasakan oleh user. Hasil perhitungan dari *Certainty factor* memperoleh hasil yang cukup signifikan jika dibandingkan dengan hasil dari wawancara dengan ahli.

Kata Kunci: *Certainty factor*, penyakit saraf, sistem pakar, *Forward Chaining*.

ABSTRACT

Neurological diseases are one of the public health problems that requires special policies in an effort to handle it so that complete data are needed regarding cause, developments and outcomes. Neurological diseases consist of various types of nerves. Most people today tend to ignore or less in response to disorders that occur in the nervous system. After all, the neurological system plays a very important role in all human activities, because if the slightest symptom or disturbance is ignored, it can have serious consequence. As technology becomes more sophisticated, therefore in the future this research is expected to help replace the role of a doctor to diagnose early symptoms in the neurological system which will be implemented in a system called an expert system.

This neurological disease diagnosis expert system is equipped with Forward channeling and Certainty factor methods. The usefulness of forward chaining in this program is to collect facts that occur to the user so that later they produce conclusions, so that users do not need to answer all the questions. By selecting the existing symptoms, you will get a conclusion that is a neurological disease that is owned by the user. The usefulness of the Certainty factor in this program is to display the level of system confidence in the diagnostic results in the form of a percentage. So that later serves to convince users when using this program.

Based on the test results, this program can provide solutions that are suitable for diseases related to the symptoms felt by the user. The results of the calculation of the Certainty factor obtained quite significant results when compared with the results of interviews with experts.

Keywords: *Certainty Factor, neurological disease, expert system, Forward Chaining.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada saat ini sangatlah pesat pada seluruh bidang, perkembangan tersebut juga termasuk di bidang kesehatan. Jika kita membandingkan tahun tahun sebelumnya dengan saat ini Teknologi pada bidang kesehatan sudah sangat jauh berbeda yang dimana saat ini teknologi kesehatan sudah lebih efisien, lebih aman, lebih mudah, dan jauh lebih canggih. Salah satu yang merupakan perkembangan dari teknologi ialah sistem pakar yang saat ini sudah sangat banyak digunakan untuk mendiagnosa penyakit-penyakit.

Sistem pakar adalah suatu program komputer yang dirancang untuk memodelkan kemampuan penyelesaian masalah yang dilakukan seorang pakar [1]. Sistem pakar kemudian digunakan dalam berbagai bidang, diterapkan pada bidang pendidikan, seni, sumber daya, kedokteran, dan lain-lain. Karena itu sistem pakar digunakan untuk berbagai fungsi, misalnya mendiagnosa penyakit manusia.

Tentang penyakit saraf/penyakit Neurologis merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang memerlukan kebijakan khusus dalam upaya penanganannya sehingga diperlukan data yang lengkap mengenai penyebab, perkembangan dan outcome. Penyakit saraf terdiri dari macam macam bagian jenis saraf. Kebanyakan masyarakat saat ini cenderung mengabaikan atau kurang dalam menanggapi gangguan yang terjadi pada sistem saraf. Bagaimanapun juga sistem saraf sangat berperan penting dalam segala aktivitas manusia, karena jika sedikit saja timbul gejala atau gangguan yang diabaikan maka bisa berakibat serius. Sebagaimana teknologi makin canggih maka dari itu untuk kedepannya penelitian ini diharapkan bisa membantu menggantikan peran seorang dokter untuk mendiagnosa dini gejala pada sistem saraf yang akan diimplementasikan pada sebuah sistem yang dinamakan sistem pakar.

Disini akan dibuat suatu *website* yang dimana berguna untuk mendeteksi suatu penyakit saraf yang diderita berdasarkan gejalanya, dengan menggunakan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor*. *Forward Chaining* adalah strategi implementasi populer untuk sistem pakar, sistem aturan bisnis dan produksi. Fungsi dari *Forward Chaining* itu sendiri untuk mendeteksi penyakit yang diderita berdasarkan gejala-gejala dari pertanyaan pertanyaan yang akan diberikan nantinya. Menggunakan metode *Forward Chaining* karena metode ini merupakan metode yang baik dalam mempresentasikan pengetahuan pakar ke dalam sebuah sistem yang dapat menganalisa penyakit pengguna. *Certainty Factor* adalah suatu metode untuk membuktikan suatu fakta itu pasti ataukah tidak pasti. Lalu metode *Certainty Factor* sendiri nantinya akan melakukan perhitungan keyakinan agar pengguna dapat mengetahui persentase tingkat keyakinan dari sistem tersebut.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Pakar (*Expert System*)

Sistem pakar merupakan suatu rangkaian proses berbasis komputer yang bekerja berdasarkan pengetahuan pengetahuan (*knowledge*) dari seorang ahli [2]. Dengan kata lain, sistem pakar adalah sistem komputer yang ditujukan untuk meniru semua aspek kemampuan pengambilan keputusan seorang pakar. Pengetahuan yang ada di sistem pakar berasal dari seorang pakar ataupun pengetahuan atau dapat dari buku, jurnal, dokumentasi yang dapat divalidasi kebenarannya. Istilah sistem pakar sering disinonimkan dengan sistem berbasis pengetahuan (*knowledge based system*) atau sistem pakar berbasis pengetahuan (*knowledge based expert system*).

2.2 Forward Chaining

Metode *Forward Chaining* adalah metode pencarian atau teknik pelacakan ke depan yang dimulai dengan informasi yang ada dan penggabungan *rule* untuk menghasilkan suatu kesimpulan atau tujuan [4]. *Forward Chaining* merupakan *data-driven* karena inferensi dimulai dengan informasi yang ada atau tersedia baru tujuan atau kesimpulan diperoleh. Proses *forward chaining* dimulai dengan memasukkan variasi *IF* dan berlanjut ke *THEN* (konklusi) [5]. Metode *Forward Chaining* digunakan jika banyak aturan berbeda yang dapat memberikan kesimpulan yang sama, kemudian bila suatu masalah memiliki banyak cara untuk mendapatkan konklusi, dan jika benar-benar sudah mendapatkan berbagai fakta, dan ingin mendapatkan konklusi dari fakta-fakta yang ada.

2.3 Certainty Factor

Certainty Factor diperkenalkan oleh Shortliffe Buchanan memperkenalkan *Certainty Factor* dalam pembuatan MYCIN pada tahun 1975 untuk mengatasi pemikiran ketidakpastian seorang ahli/pakar [3]. Faktor Kepastian (*Certainty Factor*) menyatakan kepercayaan dalam sebuah kejadian (atau fakta atau hipotesis) berdasarkan bukti atau penilaian pakar [6]. *Certainty Factor* menggunakan suatu nilai untuk mengasumsikan derajat keyakinan seorang pakar terhadap suatu data. *Certainty Factor* memperkenalkan konsep keyakinan dan ketidakkeyakinan yang kemudian diformulasikan dalam rumusan dasar sebagai berikut(1)[12]:

$$CF[P,E] = MB [P,E] - MD [P,E] \quad (1)$$

Keterangan:

CF : *Certainty Factor*

MB : *Measure of belief*

MD : *Measure of disbelief*

P : *Probability*

E : *Evidence*(Peristiwa/fakta)

Berikut ini adalah deskripsi beberapa kombinasi *Certainty factor* terhadap berbagai kondisi:

- *Certainty factor* untuk kaidah dengan premis tunggal (*Single premis rules*)(2):

$$CF (H,E) = CF(E) \times CF(rule) \quad (2)$$

$$=CF()user \times CF(pakar)$$

- *Certainty factor* untuk kaidah dengan premis majemuk (*multiple premis rules*)(3):

$$CF (A \text{ AND } B) = \text{Minimum} (CF (a),CF(b)) \times CF (rule) \quad (3)$$

$$CF (A \text{ OR } B) = \text{Maximum} (CF (a),CF(b)) \times CF (rule)$$

- *Certainty factor* untuk kaidah dengan kesimpulan yang serupa(*Similarly concluded rules*)(4):

$$CFcombine (CF1,CF2) = CF1 + CF2(1-CF1) \quad (4)$$

Kelebihan dari metode ini adalah cocok digunakan pada sistem pakar yang mengukur sesuatu yang pasti atau tidak pasti seperti mendiagnosis penyakit dan perhitungan dari metode ini hanya berlaku untuk sekali hitung, serta hanya dapat mengolah dua data sehingga keakuratannya terjaga

3. PENYAKIT SISTEM SARAF

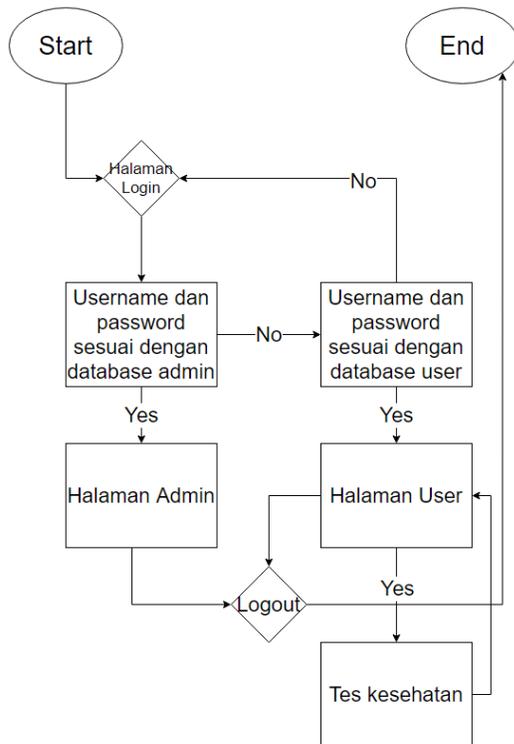
Sistem saraf manusia mempunyai struktur yang kompleks dengan berbagai fungsi berbeda dan saling mempengaruhi. Adapun sistem saraf terdiri dari dua macam yakni sistem saraf pusat (terdiri dari semua sel saraf, otak dan urat saraf tulang belakang) dan sistem saraf tepi (terdiri dari semua neuron yang menghubungkan sistem saraf pusat dengan kelenjar- kelenjar, otot-otot dan reseptor sensorik). Sistem saraf tepi juga dibagi dua yakni sistem somatik dan sistem otonom. Sistem Saraf Pusat (SSP) memiliki fungsi untuk mengkoordinasi segala aktivitas bagian tubuh manusia. Dalam mengkoordinasi segala aktivitas tubuh manusia, SSP dibantu oleh sistem saraf perifer yang merupakan penghubung impuls dari SSP menuju sel organ efektor, Sebagaimana bagian tubuh lainnya, sistem saraf dapat teresang penyakit yang mempengaruhi fungsinya[7]. Beberapa jenis penyakit dari sistem saraf adalah sebagai berikut ini:

1. Meningitis
2. Stroke
3. Multiple Sclerosis
4. Epilepsi
5. Bell's palsy
6. Alzheimer
7. Parkinson
8. Ensifilitis
9. Neuropati perifer
10. Vertigo

4. ANALISA DAN DESAIN SISTEM

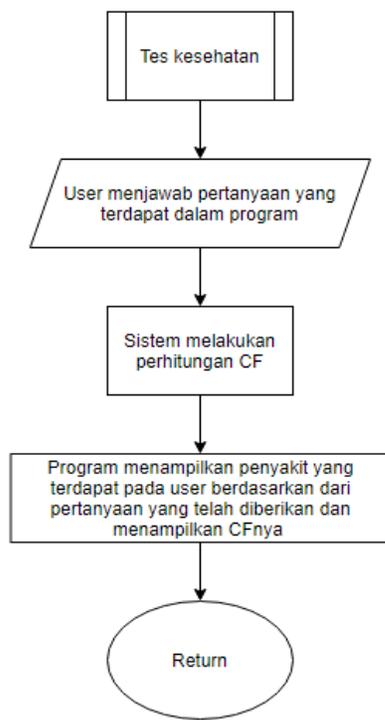
4.1 Desain Sistem

Flowchart Sistem berikut ini merupakan Langkah pertama yang dilakukan dalam pembuatan program ini. Dengan adanya *flowchart* sehingga dapat memudahkan untuk membuat program sesuai dengan urutan sehingga tidak kebingungan saat ingin menerapkannya ke dalam bentuk program. *Flowchart* dapat dilihat pada gambar 1.



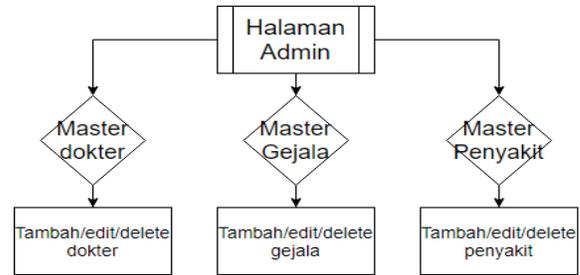
Gambar 1. Flowchart sistem program

Flowchart pada bagian pengujian sistem. Untuk flowchart pengujian bisa dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Flowchart sistem pengujian

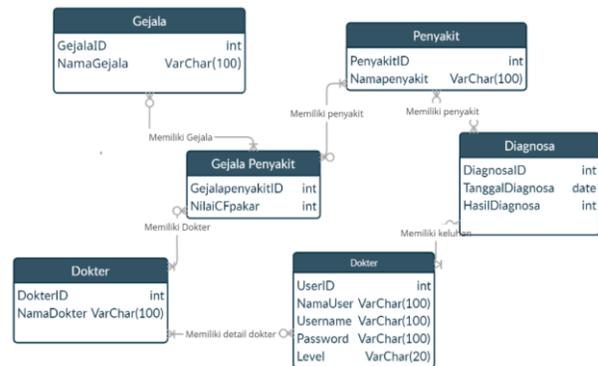
Flowchart ketiga yaitu flowchart Admin, dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Flowchart halaman Admin

4.2 Database

Program ini memiliki database untuk menyimpan data yang dibutuhkan mengenai dokter, penyakit, gejala, dan juga data dari user. Dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Susunan database

4.3 Struktur Rule

Struktur rule merupakan sebuah aturan untuk menentukan suatu masalah yang ada. Dalam sistem pakar, Struktur rule ini sangat berpengaruh untuk membantu sistem. Struktur rule ini juga yang nantinya akan menjadi landasan pemikiran dari ahli itu sendiri. Untuk tabel-tabel itu sendiri terdiri dari tabel Penyakit, tabel Gejala, tabel Rule.

Tabel 1. Tabel penyakit

| Kode Penyakit | Penyakit |
|---------------|--------------------|
| P1 | Meningitis |
| P2 | Stroke |
| P3 | Multiple Sclerosis |
| P4 | Epilepsi |
| P5 | Bell's palsy |
| P6 | Alzheimer |
| P7 | Parkinson |
| P8 | Neuropati perifer |
| P9 | Ensafilitis |
| P10 | Vertigo |

Tabel 2. Tabel Gejala

| Kode gejala | Gejala |
|-------------|---|
| G1 | Demam tinggi |
| G2 | leher kaku |
| G3 | Sakit kepala berat |
| G4 | Kejang |
| G5 | Sensitif terhadap cahaya |
| G6 | Mual atau muntah |
| G7 | Sulit berkonsentrasi atau kebingungan |
| G8 | Wajah terlihat menurun satu sisi |
| G9 | Susah mengangkat salah satu lengan |
| G10 | Berbicara tidak jelas |
| G11 | Penurunan kesadaran |
| G12 | Sulit menelan |
| G13 | Gangguan keseimbangan |
| G14 | Hilangnya penglihatan secara tiba-tiba (pandangan kabur) |
| G15 | Sulit berjalan |
| G16 | Tremor atau gemetar |
| G17 | Mati rasa pada sisi tubuh tertentu |
| G18 | Gangguan mental seperti depresi atau emosi yang tidak stabil |
| G19 | Rasa lelah |
| G20 | Gerakan tangan atau kaki yang tidak terkendali atau aneh dan berulang |
| G21 | Tubuh menjadi kaku |
| G22 | Lidah tergigit |
| G23 | Sulit bernapas |
| G24 | Pusing |
| G25 | Kesemutan |
| G26 | Mata seperti melihat kerlipan cahaya |
| G27 | Tatapan kosong |
| G28 | Mata berkedip-kedip |
| G29 | Perubahan bentuk wajah |
| G30 | Sulit tersenyum |
| G31 | Mata berair |
| G32 | Telinga berdenging |
| G33 | Nyeri pada rahang |
| G34 | Sulit menutup mata |
| G35 | Pelupa (Kejadian yang terjadi, Nama orang/benda/tempat) |
| G36 | Bingung saat ingin berbicara / berkomunikasi |

| | |
|-----|-------------------------------|
| G37 | Gelisah |
| G38 | Berhalusinasi |
| G39 | Tidak fokus |
| G40 | Otot kaku |
| G41 | Keringat berlebih |
| G42 | Sembelit |
| G43 | Insomnia |
| G44 | Penglihatan ganda (Berbayang) |
| G45 | Otot kram |
| G46 | Nyeri pada kaki |
| G47 | Detak jantung cepat |
| G48 | Perut kembung |
| G49 | Sering bersendawa |
| G50 | Tubuh terasa berputar |

Tabel 3. Tabel rule gejala penyakit

| No | Kode | Rule |
|----|------|--|
| 1 | P1 | G1,G2,G3,G4,G5,G6,G7 |
| 2 | P2 | G3,G6,G8,G9,G10,G11,G12,G13,G14, |
| 3 | P3 | G10,G13,G14,G15,G16,G17,G18,G19 |
| 4 | P4 | G4,G11,G20,G21,G22,G23,G24,G25,G26,G27,G28 |
| 5 | P5 | G8,G24,G29,G30,G31,G32,G33,G34 |
| 6 | P6 | G7,G35,G36,G37,G38,G39 |
| 7 | P7 | G13,G14,G16,G24,G40,G41,G42,G43 |
| 8 | P8 | G6,G8,G13,G25,G44,G45,G46,G47,G48,G49 |
| 9 | P9 | G1,G4,G7,G11,G38,G40 |
| 10 | P10 | G3,G6,G13,G24,G32,G47,G50 |

Tabel 4. Tabel CFPakar

| Kode Penyakit | Gejala | Cf Ahli |
|---------------|--------|---------|
| P1 | G1 | 0,2 |
| | G2 | 0,3 |
| | G3 | 0,5 |
| | G4 | 0,5 |
| | G5 | 0,4 |
| | G6 | 0,4 |
| | G7 | 0,4 |
| P2 | G3 | 0,2 |
| | G6 | 0,1 |
| | G8 | 0,5 |
| | G9 | 0,5 |
| | G10 | 0,3 |
| | G11 | 0,4 |
| | G12 | 0,1 |
| | G13 | 0,5 |
| G14 | 0,3 | |
| P3 | G10 | 0,2 |
| | G13 | 0,4 |
| | G14 | 0,2 |
| | G15 | 0,2 |
| | G16 | 0,3 |
| | G17 | 0,3 |
| | G18 | 0,3 |
| | G19 | 0,1 |
| P4 | G4 | 0,2 |
| | G11 | 0,3 |
| | G20 | 0,2 |
| | G21 | 0,1 |
| | G22 | 0,3 |
| | G23 | 0,2 |
| | G24 | 0,1 |
| | G25 | 0,3 |
| | G26 | 0,3 |
| | G27 | 0,3 |

| | | |
|-----|-----|-----|
| P5 | G8 | 0,4 |
| | G24 | 0,1 |
| | G29 | 0,3 |
| | G30 | 0,2 |
| | G31 | 0,2 |
| | G32 | 0,2 |
| | G33 | 0,1 |
| P6 | G34 | 0,1 |
| | G7 | 0,4 |
| | G35 | 0,3 |
| | G36 | 0,3 |
| | G37 | 0,3 |
| | G38 | 0,3 |
| P7 | G39 | 0,2 |
| | G16 | 0,2 |
| | G24 | 0,1 |
| | G40 | 0,1 |
| | G41 | 0,2 |
| | G42 | 0,2 |
| | G43 | 0,3 |
| | P8 | G6 |
| G8 | | 0,3 |
| G13 | | 0,4 |
| G25 | | 0,3 |
| G44 | | 0,2 |
| G45 | | 0,2 |
| G46 | | 0,2 |
| G47 | | 0,3 |
| G48 | | 0,2 |
| G49 | | 0,1 |
| P9 | G1 | 0,2 |
| | G4 | 0,2 |
| | G7 | 0,3 |
| | G11 | 0,4 |
| | G38 | 0,4 |
| | G40 | 0,2 |
| P10 | G3 | 0,3 |
| | G6 | 0,3 |
| | G13 | 0,4 |
| | G24 | 0,2 |
| | G32 | 0,2 |
| | G47 | 0,3 |
| G50 | 0,4 | |

Tabel 5. Tabel CFUser

| Pilihan | CF User |
|---------------|---------|
| Sangat yakin | 1 |
| Yakin | 0.8 |
| Cukup yakin | 0.6 |
| Sedikit yakin | 0.4 |
| Tidak tahu | 0.2 |
| Tidak | 0 |

5. TAMPILAN SISTEM

5.1 Tampilan Login

Halaman *login* atau halaman pertama yang akan muncul pada saat ingin membuka *web* ini adalah dimana sudah memiliki *username* yang telah terdaftar dan juga *password* agar dapat masuk kedalam *web* ini.

Gambar 5. Halaman Login

5.2 Tampilan Registrasi

Halaman *registrasi* merupakan halaman untuk mendaftar agar dapat menggunakan *web* ini yang nantinya diminta untuk mengisi *username*, *password*, nama, dan lainnya. Ketika sudah melakukan registrasi barulah dapat menggunakannya pada halaman login untuk masuk ke *web* ini.

Gambar 6. Halaman Registrasi

5.3 Halaman Dashboard

Halaman *dashboard* merupakan halaman pertama yang ditemui setelah melakukan *login*. Untuk umumnya akan dapat melihat *history* setelah melakukan tes kesehatan pada halaman ini. Dan terdapat *navigation bar* yang berguna untuk ke halaman lain. Perbedaan untuk halaman *dashboard Admin* dan *User* adalah, pada halaman *Dashboard Admin* akan tampil seluruh *history* dari semua yang melakukan tes kesehatan sedangkan *Dashboard User* hanya menampilkan *history* dari *user* tersebut.

Gambar 7. Halaman Dashboard

5.4 Tampilan Tabel Penyakit

Halaman Penyakit merupakan halaman untuk melihat penyakit apa saja yang dapat diuji pada *web* ini. Untuk halaman ini *Admin* dapat melakukan *edit*, *delete*, hapus dan juga tambah. Dan untuk halaman *User* hanya dapat melihat penyakit apa saja yang ada pada *web* ini.

| Penyakit | Gejala | |
|--------------------|--------|--|
| Meningitis | 7 | Update Delete Gejala |
| Stroke | 9 | Update Delete Gejala |
| Multiple Sclerosis | 8 | Update Delete Gejala |
| Epilepsi | 10 | Update Delete Gejala |
| Bell's Palsy | 8 | Update Delete Gejala |

Gambar 8. Halaman penyakit

5.5 Tampilan Tabel Gejala

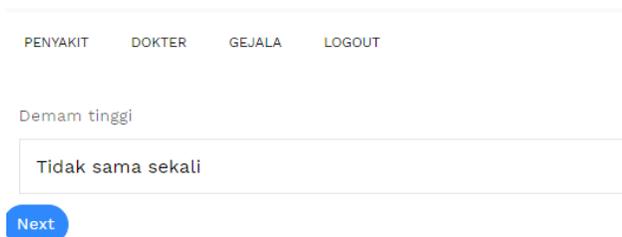
Halaman gejala merupakan halaman yang hanya terdapat pada halaman *Admin*, halaman ini dapat untuk menambah, menghapus dan *edit*.

| Nama Gejala | Keterangan | |
|--------------------------|------------|---|
| Demam tinggi | | Update Delete |
| Leher kaku | | Update Delete |
| Sakit kepala berat | | Update Delete |
| Kejang | | Update Delete |
| Sensitif terhadap cahaya | | Update Delete |
| Mual atau muntah | | Update Delete |

Gambar 9. Halaman gejala

5.6 Tampilan Halaman Konsultasi

Halaman Konsultasi merupakan halaman dimana *user* ataupun *admin* diberikan pertanyaan dan nantinya harus memilih jawaban berdasarkan gejala yang dirasakan. Setelah pengguna selesai untuk menjawab akan ditampilkan penyakit apa saja yang pengguna miliki, dan akan ada nilai *Certainty Factor*nya yang dimana mengeluarkan hasil keyakinan berdasarkan dari nilai pakar dan nilai jawaban *user*.



Gambar 10. Halaman konsultasi

5.7 Tampilan Halaman Diagnosa

Halaman hasil diagnosa merupakan halaman yang menampilkan hasil dari jawaban jawaban *user* kemudian sistem menghitung dan menampilkan hasil perhitungan keyakinan tersebut.

| Penyakit | CF |
|------------|--------|
| Meningitis | 96.976 |

Gambar 11. Halaman diagnose

6. KESIMPULAN

- Dengan adanya program ini, *User* dapat dengan lebih mudah mengetahui tentang penyakit saraf yang bisa datang kapan saja.
- Program sistem pakar ini masih terdapat kelemahan, salah satunya dikarenakan menggunakan algoritma *forward chaining*, dimana selalu memunculkan pertanyaan-pertanyaan yang semestinya tidak berkaitan tidak berhubungan.
- Berdasarkan hasil wawancara, program sistem pakar ini dapat dikatakan layak untuk digunakan, hal itu dapat dilihat dari hasil perbandingan kepercayaan dari pakar dengan hasil yang diperoleh.

7. DAFTAR PUSTAKA

[1] Durkin, J. 1994. *Expert System: Design and development*. Macmillan Coll Div.

- [2] Hartati, S., & Iswanti, S. 2013. *Sistem Pakar dan Pengembangannya* (2nd ed.). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] Kusumadewi, S. 2003. *Artificial intelligence (teknik dan aplikasinya)*. Graha Ilmu.
- [4] Russel, S.J. & Norvig, P. 2003. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. United States of America. Prentice Hall International Inc.
- [5] Budiharto, W. dan Suhartono, D. 2015. *Artificial Intelligence: Konsep dan Penerapannya*. Yogyakarta : Andi.
- [6] Turban, E. A. 2001. *Decision support systems and intelligent systems, 6th*. New Jersey: Prentice Hall International Edition.
- [7] Supartha, I. G., & Sari, I. N. 2014. *Sistem Pakar Diagnosa Awal Penyakit Kulit Pada Sapi Bali dengan Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor*. Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika.
- [8] Mardika, H., Hamzah, A., dan Suraya., 2015, *Pemanfaatan Aplikasi Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Gigi dan Mulut di Klinik Drg.Suyatmi*, Jurnal SCRIPT, Vol. 3, No. 1.
- [9] Situmeang, N., & Sulindawaty. 2019. *Sistem pakar Mendiagnosa Penyakit Saraf Pusat Manusia Dengan Metode Certainty Factor*. Program studi Teknik Informatika, STMIK Pelita Nusantara.
- [10] Imran. 2017. *Karakteristik dan Outcome pasien-pasien penyakit Neurologis*. Unsyiah.
- [11] Hamdina. 2013. *Aplikasi Sistem Pakar Untuk mendiagnosis Penyakit Gangguan Sistem Saraf Pada Anak Berbasis Web Menggunakan Metode Forward Chaining*. Program studi Teknik Informatika. STMIK ATMA LUHUR Pangkalpinang.
- [12] Daniel, & Virginia, G. 2010. *Implementasi Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Dengan Gejala Demam Menggunakan Metode Certainty Factor*. Yogyakarta: Teknik Informatika Universitas Kristen Duta Wacana.