

Studi Kasus

## Aplikasi Diagnosa Penyakit Hepatitis dengan Menggunakan Metode Teorema Bayes dan Certainty Factor

Muhammad Zulham<sup>1</sup>, Darjat Saripurna<sup>2</sup>, Mhd. Zulfansyuri Siambaton<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Teknik, Program Studi Informatika, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma, Medan, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 09 Maret 2023  
Revisi Akhir: 10 April 2023  
Diterbitkan Online: 13 April 2023

### KATA KUNCI

Sistem Pakar; Hepatitis; Teorema Bayes;  
Certainty Factor

### KORESPONDENSI

Phone: +6285362298435  
E-mail: m.zulh4m@gmail.com

### A B S T R A K

Kurangnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya melakukan pemeriksaan secara rutin. Hal itu menyebabkan ketidakwaspadaan masyarakat terhadap gejala-gejala yang timbul, sehingga mengakibatkan keterlambatan dalam penanganan medis yang bisa berujung pada kematian. Selain itu, terbatasnya ketersediaan dokter spesialis penyakit dalam di Rumah Sakit Dr. R.M Djoelham maka, dibutuhkan suatu alat bantu yang dapat melakukan diagnosa penyakit hepatitis agar dapat dilakukan penanganan medis yang tepat dan cepat berupa sistem pakar. Pada penelitian ini digunakan metode *bayes* untuk mencari nilai probabilitas seorang pasien menderita penyakit hepatitis dan *certainty factor* untuk mengetahui nilai keyakinan dari nilai probabilitas yang didapatkan dengan menggunakan metode *bayes*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari 20 data pengujian yang telah dibandingkan dengan diagnosa sebenarnya, diperoleh 17 data uji atau 85% telah berhasil diujicobakan pada sistem pakar dengan menggunakan metode *bayes* dan *certainty factor* sedangkan 3 atau 15% lainnya memiliki hasil diagnosa yang berbeda dengan diagnosa sebenarnya dimana perolehan hasil pengujian pada penelitian ini yaitu 85% tergolong pada kriteria baik.

### PENDAHULUAN

Saat ini teknologi berkembang sangat pesat di berbagai aspek kehidupan manusia, salah satunya adalah aspek kesehatan. Pada aspek kesehatan, salah satu teknologi yang dapat dilibatkan adalah sistem pakar. Sistem pakar dapat digunakan untuk mendiagnosa suatu penyakit dengan melibatkan pakar sebagai basis pengetahuannya dalam hal ini adalah permasalahan dalam mendeteksi penyakit hepatitis pada manusia.

Hepatitis adalah kelainan hati yang berupa peradangan sel atau jaringan hati yang ditandai dengan peningkatan kadar enzim hati dan diklasifikasikan sebagai penyakit menular. Hepatitis juga dikenal luas sebagai penyakit hati dan penyakit kuning. Penyakit ini dapat disebabkan oleh virus, bakteri, parasit, jamur, obat-obatan, bahan kimia, alkohol, cacing, pola makan yang buruk bahkan penyakit autoimun yang bisa menyerang siapa saja dari segala usia [1]. Jenis-jenis dari penyakit hepatitis diantaranya adalah Hepatitis A, B, C, D dan E [2].

Pada awal April 2022, 10 kasus Hepatitis akut parah yang tidak dapat dijelaskan dilaporkan pada anak-anak di bawah usia 10 tahun di Skotlandia Tengah. Sejak itu, jumlah kasus meningkat pesat, dengan 191 kasus dikonfirmasi di Eropa, Amerika Serikat, Israel, dan Jepang. Sampai saat ini, 17 anak telah membutuhkan transplantasi hati dan satu telah meninggal. Oleh karena itu, Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit dan Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit Eropa telah mengeluarkan peringatan tentang Hepatitis yang tidak dapat dijelaskan pada anak-anak [3].

Kementerian Kesehatan RI melaporkan 18 orang terdiagnosis dengan kasus dugaan Hepatitis akut yang tidak diketahui penyebabnya. Peristiwa tersebut berasal dari Sumatera Utara, Sumatera Barat, Kepulauan Bangka Belitung, DKI Jakarta,

Jawa Barat, Jawa Timur dan Kalimantan Timur. Kasus terbanyak ditemukan di DKI Jakarta, dengan total 12 kasus. Dari 18 kasus tersebut, 9 kasus masuk status *pending classification*, tujuh *discarded*, satu dalam proses verifikasi dan satu *probable*. Tujuh kasus *discarded* terdiri dari 1 orang positif Hepatitis A, 1 orang positif Hepatitis B, 1 orang positif Tifoid, 2 orang demam berdarah dengue, 2 lainnya berusia lebih dari 16 tahun. Selain itu, dari hasil investigasi kontak tidak ditemukan adanya penularan langsung dari manusia ke manusia. 7 dari 18 pasien diduga hepatitis akut dinyatakan meninggal. Namun, penyebab kematian tersebut belum dapat dipastikan apakah karena Hepatitis akut atau faktor lainnya [4].

Cara penularan penyakit Hepatitis A, B, C, D, dan E diantaranya adalah masalah sanitasi, mengkonsumsi air minum yang tanpa disadari telah terkontaminasi, mengkonsumsi sayuran dan buah buahan yang tidak dicuci atau dicuci dengan air yang telah terkontaminasi, mengkonsumsi makanan laut yang tercemar oleh limbah, berhubungan atau berinteraksi secara langsung dengan penderita penyakit hepatitis (karier), mengkonsumsi makanan yang terkontaminasi oleh tinja orang yang terinfeksi hepatitis, buruknya kebersihan pribadi (*personal hygiene*), kontak seksual, kontak darah, kontak placenta dari ibu pada anaknya, kontak air liur, penggunaan jarum suntik yang tidak steril ataupun penggunaan jarum suntik maupun pada peralatan lain secara bersamaan seperti alat-alat yang dipakai oleh penderita hepatitis [2].

Kurangnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya melakukan pemeriksaan secara rutin. Hal itu menyebabkan ketidakwaspadaan masyarakat terhadap gejala-gejala yang timbul, sehingga mengakibatkan keterlambatan dalam penanganan medis yang bisa berujung pada kematian.

Selain itu, terbatasnya ketersediaan dokter spesialis penyakit dalam di Rumah Sakit Dr. R.M Djoelham maka, dibutuhkan suatu alat bantu yang dapat melakukan diagnosa penyakit hepatitis agar dapat dilakukan penanganan medis yang tepat dan cepat berupa sistem pakar. Beberapa metode dari sistem pakar diantaranya adalah metode *teorema bayes* dan *certainty factor*.

Metode *teorema bayes* pada penelitian ini digunakan untuk mencari nilai probabilitas seorang pasien menderita penyakit hepatitis dan metode *certainty factor* digunakan untuk mengetahui nilai keyakinan dari nilai probabilitas yang didapatkan dengan menggunakan metode *teorema bayes*.

## TINJAUAN PUSTAKA

### *Hepatitis*

Hepatitis adalah kelainan hati yang berupa peradangan sel atau jaringan hati yang ditandai dengan peningkatan kadar enzim hati dan diklasifikasikan sebagai penyakit menular. Penyakit ini dapat disebabkan oleh virus, bakteri, parasit, jamur, obat-obatan, bahan kimia, alkohol, cacing, pola makan yang buruk bahkan penyakit autoimun yang bisa menyerang siapa saja dari segala usia [1].

Penyakit ini banyak ditemukan hampir seluruh negara di dunia. Hepatitis bukanlah penyebab kematian langsung, tetapi menyebabkan masalah dengan usia kerja. Hepatitis yang berlangsung lebih dari 6 bulan disebut "hepatitis akut", dan hepatitis yang berlangsung lebih dari 6 bulan disebut "hepatitis kronis". Penyebab penyakit hepatitis ada 2 yaitu virus dan non-virus. Penyebab non-virus yang utama seperti alkohol dan obat-obatan. Sedangkan penyebab virus seperti Virus Hepatitis A, B, C, D, E dan virus-virus lain seperti Virus *Mumps*, Virus *Rubella*, Virus *Cytomegalovirus*, Virus *Epstein-Barr*, Virus *Herpes* [2].

### *Teorema Bayes*

*Teorema bayes* adalah metode yang digunakan untuk menghitung ketidakpastian data dari bagian data tertentu dengan membandingkan dua kumpulan data [5]. Teori *bayes* sudah dikenal dalam bidang kedokteran dimana teori ini kebanyakan diterapkan dalam logika kedokteran modern serta pada hal-hal yang berkaitan dengan probabilitas dari penyakit dan gejala-gejala yang berkaitan [6]. Bentuk *teorema bayes* untuk *evidence* tunggal E dan hipotesis ganda  $H_1, H_2, \dots, H_n$  ditunjukkan pada persamaan (1).

$$P(H_i) = \frac{P(E|H_i)}{\sum_1^n P(E|H_k)} \quad (1)$$

Bentuk *teorema bayes* untuk *evidence* ganda  $E_1, E_2, \dots, E_n$  dan Hipotesis ganda  $H_1, H_2, \dots, H_n$  ditunjukkan pada persamaan (2).

$$P(H_i|E_1E_2\dots E_m) = \frac{P(E|H_i)}{\sum_{k=1}^n P(E|H_k)} \tag{2}$$

Keterangan:

- $P(E|H_i)$  : Probabilitas *evidence* E berdasarkan kondisi Hipotesis  $H_i$ .
- $P(H_i)$  : Probabilitas Hipotesis  $H_i$ .
- $(H_i|E_1E_2\dots E_m)$  : Nilai probabilitas Hipotesis  $H_i$  jika diketahui *evidence*  $E_1E_2\dots E_m$ .
- $(E|H_i)$  : Nilai probabilitas munculnya *evidence* E jika diketahui Hipotesis  $H_i$ .
- $(H_i)$  : Nilai probabilitas Hipotesis  $H_i$  tanpa memandang *evidence* apapun.

**Certainty Factor**

*Certainty Factor* pertama kali diperkenalkan oleh Shortliffe Buchanan dalam pembuatan MYCIN dengan tujuan untuk menyelesaikan permasalahan ketidakpastian pemikiran seorang pakar [7][8]. Metode *certainty factor* didefinisikan dalam persamaan berikut [9]:

Untuk mencari nilai *measure of increased belief* dan *measure of increased disbelief* secara berurut ditunjukkan pada persamaan (3) dan (4) berikut:

$$MB(H, E) = \frac{\max[P(H|E), P(H)] - P(H)}{\max[1, 0] - P(H)} \tag{3}$$

$$MD(H, E) = \frac{\min[P(H|E)] - P(H)}{\min[1, 0] - P(H)} \tag{4}$$

Untuk mencari nilai CF digunakan persamaan (5) di bawah ini.

$$CF(H, E) = MB(H, E) - MD(H, E) \tag{5}$$

Rumus pencarian nilai *certainty factor* hipotesis yang bersumber dari *evidence* yang berbeda dapat dilihat pada persamaan (6)

$$CF(CF_1, CF_2) = CF_1 + CF_2(1 - CF_1) \tag{6}$$

Keterangan:

- $MB(H, E)$  : Ukuran kenaikan kepercayaan (*measure of increased belief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E (antara 0 dan 1).
- $MD(H, E)$  : Ukuran kenaikan ketidakpercayaan (*measure of increased disbelief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E (antara 0 dan 1).
- $P(H)$  : Probabilitas Hipotesis H (untuk menghitung nilai ini nantinya akan menggunakan *teorema bayes*).
- $P(H|E)$  : Probabilitas Hipotesis H berdasarkan kondisi *evidence* E (untuk menghitung nilai ini nantinya akan menggunakan *teorema bayes*).
- $CF(H, E)$  : *Certainty factor* dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala (*evidence*) E. besarnya CF berkisar antar -1 sampai 1.
- $CF_1$  : Nilai *certainty factor evidence* 1 terhadap hipotesis.
- $CF_2$  : Nilai *certainty factor evidence* 2 terhadap hipotesis.

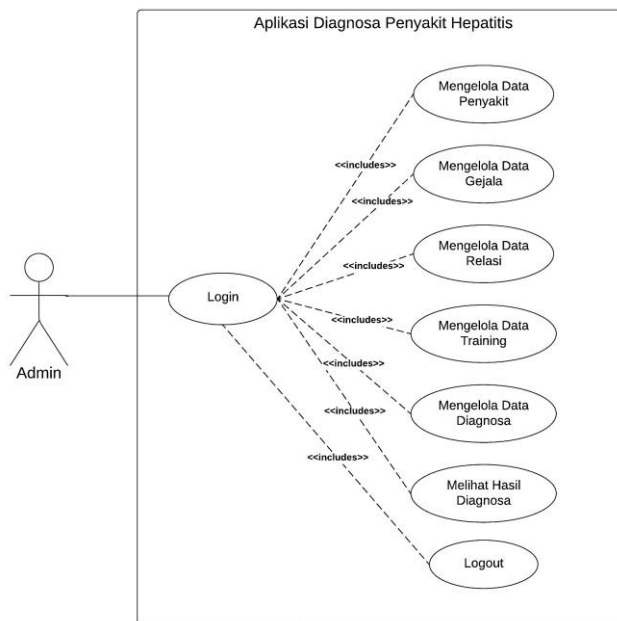
**METODOLOGI**

**Teknik Pengumpulan Data**

1. Studi Literatur  
Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan teori serta konsep yang mendukung penelitian dan berkaitan dengan masalah yang diangkat dalam penelitian.
2. Wawancara  
Wawancara merupakan proses pengumpulan data dengan melibatkan pembicaraan dengan pakar secara langsung untuk suatu penelitian dengan cara mengajukan beberapa pertanyaan yang terkait dengan penyakit hepatitis.

**Perancangan Sistem**

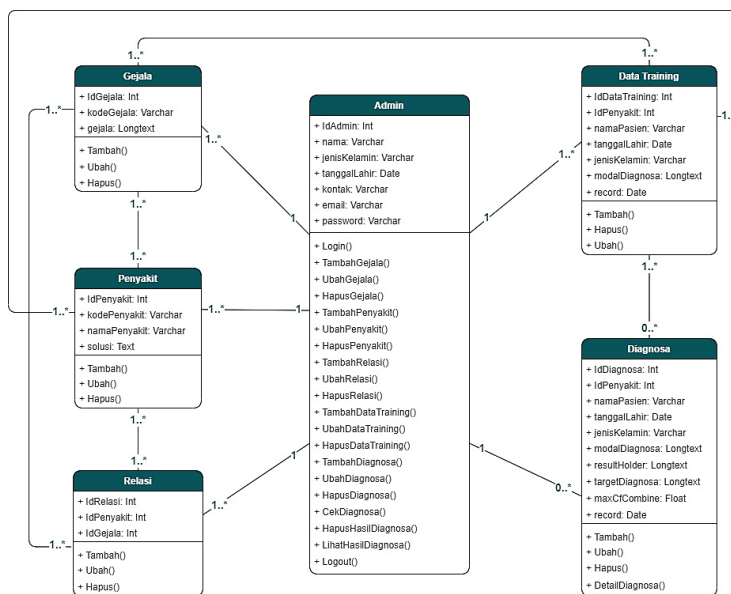
*Use Case Diagram*



Gambar 1. Use Case Diagram Aplikasi Diagnosa Penyakit Hepatitis

Pada Gambar 1, fungsi dan fitur sistem hanya dapat dilakukan oleh admin, yaitu melakukan manajemen terhadap data penyakit, data gejala, data relasi, data *training* dan data diagnosa. Proses manajemen data yang dapat dilakukan seperti penginputan data, mengubah data serta penghapusan data.

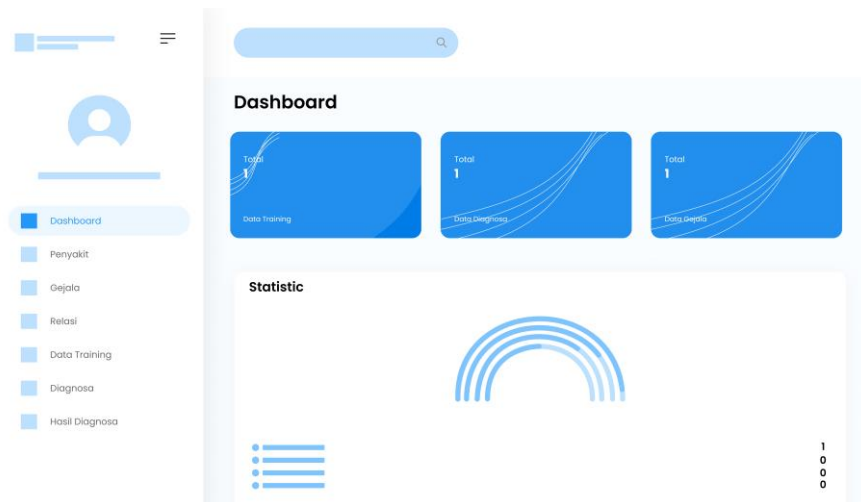
*Class Diagram*



Gambar 2. Class Diagram

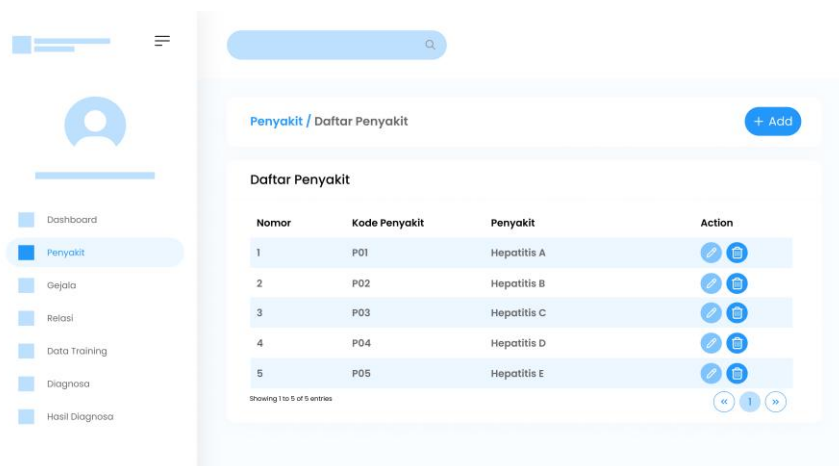
*Class diagram* seperti pada Gambar 2 di atas menggambarkan kelas-kelas objek dan relasinya pada sistem. Pada sistem yang dibangun memiliki 5 kelas yaitu kelas admin, gejala, penyakit, relasi, data *training*, diagnosa. Pada setiap kelas juga memiliki operasi serta relasi yang berbeda-beda.

Antarmuka Aplikasi



Gambar 3. Perancangan Halaman Dashboard

Gambar 3 di atas merupakan perancangan antarmuka aplikasi untuk halaman dashboard. Pada halaman ini nantinya akan ditampilkan beberapa rangkuman data yang telah diinput ke aplikasi, data gejala serta total diagnosa yang telah dilakukan.



Gambar 4. Perancangan Halaman Penyakit

Gambar 4 di atas merupakan rancangan antarmuka aplikasi untuk halaman penyakit. Pada halaman ini nantinya akan tersedia fitur tambah, edit dan hapus data penyakit.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penerapan metode bayes dan certainty factor pada penelitian ini adalah pada diagnosis penyakit hepatitis. Untuk dapat menerapkan metode bayse dan certainty factor terlebih dahulu mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam melakukan diagnosis penyakit hepatitis seperti data penyakit, gejala, relasi antara gejala dengan penyakit serta solusi penyakit. Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai dan notasi bayes dengan menggunakan metode bayes. Pada langkah ini akan diperoleh nilai hipotesis dan evidence yang akan digunakan pada langkah selanjutnya yaitu, menentukan nilai MB, MD, dan CF dengan menggunakan metode certainty factor. Setelah ketiga nilai tersebut diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai CF<sub>combine</sub> dengan menggunakan rumus kombinasi dari metode certainty factor.

Hasil dari pengumpulan data melalui wawancara dengan pakar, yaitu dr. Khalid Huda Sagala, Sp.Pd diperoleh 4 jenis penyakit hepatitis serta 16 gejala penyakit hepatitis. Untuk lebih Jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 1. Penyakit

Kode Penyakit	Penyakit
P01	Hepatitis A
P02	Hepatitis B
P03	Hepatitis C
P04	Hepatitis D

Tabel 2. Gejala

Kode Gejala	Gejala
G01	Nyeri sendi dan otot
G02	Mual
G03	Muntah
G04	Nyeri perut sebelah kanan
G05	Nafsu makan berkurang
G06	Perut bengkak
G07	Diare
G08	Urine berwarna gelap
G09	Gatal-gatal pada kulit
G10	Pusing
G11	Lesu
G12	Lelah
G13	Mata kuning
G14	Kulit kuning
G15	Demam
G16	Tinja tampak pucat

Tabel 3. Relasi

Gejala	Kode Penyakit			
	P01	P02	P03	P04
G01	✓	✓	✓	✓
G02	✓	✓	✓	✓
G03	✓	✓	✓	✓
G04	✓	✓	✓	✓
G05	✓	✓	✓	✓
G06		✓	✓	✓
G07	✓	✓	✓	✓
G08		✓	✓	✓
G09			✓	✓
G10		✓	✓	✓
G11		✓	✓	✓
G12			✓	✓
G13		✓	✓	✓
G14		✓	✓	✓
G15		✓	✓	✓
G16			✓	✓

Tabel 4. Solusi Penyakit

Kode Penyakit	Solusi
P01	Pencegahan dengan pemberian vaksin hepatitis.
	Memperbanyak minum air putih
	Menjaga kebersihan bahan makanan
	Menghindari aktivitas fisik yang melelahkan
	Sangat penting untuk memantau kondisi fisik pasien selama masa penyembuhan
P02	Pencegahan dengan pemberian vaksin yang dilakukan dalam jangka waktu lama.

	Pemberian obat antivirus
	Memperbanyak minum air putih
	Menjaga kebersihan bahan makanan
	Menghindari aktivitas fisik yang melelahkan
	Sangat penting untuk memantau kondisi fisik pasien selama masa penyembuhan
P03	Pemberian interferon
	Memperbanyak minum air putih
	Menjaga kebersihan bahan makanan
	Menghindari aktivitas fisik yang melelahkan
	Sangat penting untuk memantau kondisi fisik pasien selama masa penyembuhan
P04	Pemberian interferon
	Pemberian obat antivirus
	Memperbanyak minum air putih
	Menjaga kebersihan bahan makanan
	Menghindari aktivitas fisik yang melelahkan
	Sangat penting untuk memantau kondisi fisik pasien selama masa penyembuhan

### Menentukan Nilai dan Notasi Bayes

Dari data *training* yang diperoleh terdapat 90 data yang memiliki hasil penyakit berbeda. Diantaranya adalah 25 data merupakan penyakit hepatitis A, 25 data merupakan penyakit hepatitis B, 25 data merupakan penyakit hepatitis C dan 15 data merupakan penyakit hepatitis D. Untuk memperoleh nilai hipotesis dari setiap jenis penyakit hepatitis dengan menggunakan metode bayes digunakan persamaan (2).

$$P(H1) = \frac{25}{90} = 0,278$$

$$P(H2) = \frac{25}{90} = 0,278$$

$$P(H3) = \frac{25}{90} = 0,278$$

$$P(H4) = \frac{15}{90} = 0,167$$

Setelah selesai mencari nilai hipotesis, dilanjutkan dengan mencari nilai *evidence* dengan menggunakan metode bayes berdasarkan data pasien yang mengalami gejala berbeda-beda. Dari data yang diperoleh:

- Hepatitis A, G01=5, G02=19, G03=11, G04=8, G05=17, G07=4, G08=13, G10=13, G11=10, G13=13, G14=8, G15=15.
- Hepatitis B, G01=15, G02=13, G03=7, G04=11, G05=15, G06=2, G07=2, G08=10, G09=4, G10=13, G11=17, G12=19, G13=17, G14=9, G15=10, G16=8.
- Hepatitis C, G01=10, G02=16, G03=11, G04=17, G05=12, G06=11, G07=2, G08=13, G09=10, G10=14, G11=17, G12=18, G13=11, G14=2, G15=8, G16=3.
- Hepatitis D, G01=7, G02=9, G03=6, G04=9, G05=10, G06=5, G07=1, G08=5, G09=4, G10=3, G11=7, G12=5, G13=7, G14=2, G15=5, G16=5.

Rincian data di atas diperlukan untuk mencari nilai *evidence*. Untuk mencari nilai *evidence* digunakan persamaan (3).

- Hepatitis A

$$P(H1|E1) = \frac{5}{25} = 0,2$$

$$P(H1|E2) = \frac{19}{25} = 0,760$$

$$P(H1|E3) = \frac{11}{25} = 0,440$$

$$P(H1|E15) = \frac{15}{25} = 0,600$$

- Hepatitis B

$$P(H2|E1) = \frac{15}{25} = 0,600$$

$$P(H2|E2) = \frac{13}{25} = 0,520$$

$$P(H2|E3) = \frac{7}{25} = 0,280$$

$$P(H2|E15) = \frac{10}{25} = 0,400$$

$$P(H2|E16) = \frac{8}{25} = 0,320$$

3. Hepatitis C

$$P(H3|E1) = \frac{10}{25} = 0,400$$

$$P(H3|E2) = \frac{16}{25} = 0,630$$

$$P(H3|E3) = \frac{11}{25} = 0,440$$

$$P(H3|E16) = \frac{3}{25} = 0,120$$

4. Hepatitis D

$$P(H4|E1) = \frac{7}{15} = 0,467$$

$$P(H4|E2) = \frac{9}{15} = 0,600$$

$$P(H4|E3) = \frac{6}{15} = 0,400$$

$$P(H4|E16) = \frac{5}{15} = 0,333$$

**Menentukan Nilai MB, MD dan CF**

Setelah mencari nilai hipotesis dan *evidence* dengan menggunakan metode *bayes*, Langkah selanjutnya adalah mencari nilai MB, MD dan CF dengan menggunakan metode *certainty factor* pada persamaan (4), (5) dan (6).

1. Hepatitis A

$$MB(H1, E1) = \frac{\max[0,2; 0,278] - 0,278}{\max[1; 0] - 0,278} = \frac{0}{0,722} = 0$$

$$MD(H1, E1) = \frac{\min[0,2; 0,278] - 0,278}{\min[1; 0] - 0,278} = \frac{-0,078}{-0,278} = 0,280$$

$$CF = 0 - 0,280$$

$$CF = -0,028$$

$$MB(H1, E2) = \frac{\max[0,760; 0,278] - 0,278}{\max[1; 0] - 0,278} = \frac{0,482}{0,722} = 0,668$$

$$MD(H1, E2) = \frac{\min[0,760; 0,278] - 0,278}{\min[1; 0] - 0,278} = \frac{0}{-0,278} = 0$$

$$CF = 0,668 - 0$$

$$CF = 0,668$$

$$MB(H1, E3) = \frac{\max[0,440; 0,278] - 0,278}{\max[1; 0] - 0,278} = \frac{0,162}{0,722} = 0,224$$

$$MD(H1, E3) = \frac{\min[0,440; 0,278] - 0,278}{\min[1; 0] - 0,278} = \frac{0}{-0,278} = 0$$

$$CF = 0,224 - 0$$

$$CF = 0,224$$

$$MB(H1, E15) = \frac{\max[0,600; 0,278] - 0,278}{\max[1; 0] - 0,278} = \frac{0,322}{0,722} = 0,446$$

$$MD(H1, E15) = \frac{\min[0,600; 0,278] - 0,278}{\min[1; 0] - 0,278} = \frac{0}{-0,278} = 0$$

$$CF = 0,446 - 0$$

$$CF = 0,446$$

2. Hepatitis B

$$MB(H2, E1) = \frac{\max[0,600; 0,278] - 0,278}{\max[1; 0] - 0,278} = \frac{0,322}{0,722} = 0,446$$

$$MD(H2, E1) = \frac{\min[0,520; 0,278] - 0,278}{\min[1; 0] - 0,278} = \frac{0}{-0,278} = 0$$

$$CF = 0,446 - 0$$

$$CF = 0,446$$

$$MB(H2, E2) = \frac{\max[0,520; 0,278] - 0,278}{\max[1; 0] - 0,278} = \frac{0,242}{0,722} = 0,335$$

$$MD(H2, E2) = \frac{\min[0,520; 0,278] - 0,278}{\min[1; 0] - 0,278} = \frac{0}{-0,278} = 0$$

$$CF = 0,335 - 0$$

$$CF = 0,335$$

$$MB(H2, E3) = \frac{\max[0,280; 0,278] - 0,278}{\max[1; 0] - 0,278} = \frac{0,002}{0,722} = 0,003$$

$$MD(H2, E3) = \frac{\min[0,280; 0,278] - 0,278}{\min[1; 0] - 0,278} = \frac{0}{-0,278} = 0$$

$$CF = 0,003 - 0$$

$$CF = 0,003$$

$$MB(H2, E16) = \frac{\max[0,320; 0,278] - 0,278}{\max[1; 0] - 0,278} = \frac{0,042}{0,722} = 0,058$$

$$MD(H2, E16) = \frac{\min[0,320; 0,278] - 0,278}{\min[1; 0] - 0,278} = \frac{0}{-0,278} = 0$$

$$CF = 0,058 - 0$$

$$CF = 0,058$$

3. Hepatitis C

$$MB(H3, E1) = \frac{\max[0,400; 0,278] - 0,278}{\max[1; 0] - 0,278} = \frac{0,122}{0,722} = 0,169$$

$$MD(H3, E1) = \frac{\min[0,400; 0,278] - 0,278}{\min[1; 0] - 0,278} = \frac{0}{-0,278} = 0$$

$$CF = 0,169 - 0$$

$$CF = 0,169$$

$$MB(H3, E2) = \frac{\max[0,640; 0,278] - 0,278}{\max[1; 0] - 0,278} = \frac{0,362}{0,722} = 0,502$$

$$MD(H3, E2) = \frac{\min[0,640; 0,278] - 0,278}{\min[1; 0] - 0,278} = \frac{0}{-0,278} = 0$$

$$CF = 0,502 - 0$$

$$CF = 0,502$$

$$MB(H3, E3) = \frac{\max[0,440; 0,278] - 0,278}{\max[1; 0] - 0,278} = \frac{0,162}{0,722} = 0,225$$

$$MD(H3, E3) = \frac{\min[0,440; 0,278] - 0,278}{\min[1; 0] - 0,278} = \frac{0}{-0,278} = 0$$

$$CF = 0,225 - 0$$

$$CF = 0,225$$

$$MB(H3, E16) = \frac{\max[0,120; 0,278] - 0,278}{\max[1; 0] - 0,278} = \frac{0}{0,722} = 0$$

$$MD(H3, E16) = \frac{\min[0,120; 0,278] - 0,278}{\min[1; 0] - 0,278} = \frac{-0,158}{-0,278} = 0,568$$

$$CF = 0,568 - 0$$

$$CF = 0,568$$

4. Hepatitis D

$$MB(H4, E1) = \frac{\max[0,467; 0,167] - 0,167}{\max[1; 0] - 0,167} = \frac{0,300}{0,167} = 0,360$$

$$MD(H4, E1) = \frac{\min[0,467; 0,167] - 0,167}{\min[1; 0] - 0,167} = \frac{0}{-0,167} = 0$$

$$CF = 0,360 - 0$$

$$CF = 0,360$$

$$MB(H3, E2) = \frac{\max[0,600; 0,167] - 0,167}{\max[1; 0] - 0,167} = \frac{0,433}{0,833} = 0,520$$

$$MD(H3, E2) = \frac{\min[0,600; 0,167] - 0,167}{\min[1; 0] - 0,167} = \frac{0}{-0,167} = 0$$

$$CF = 0,520 - 0$$

$$CF = 0,520$$

$$MB(H3, E3) = \frac{\max[0,400; 0,167] - 0,167}{\max[1; 0] - 0,167} = \frac{0,233}{0,833} = 0,280$$

$$MD(H3, E3) = \frac{\min[0,400; 0,167] - 0,167}{\min[1; 0] - 0,167} = \frac{0}{-0,167} = 0$$

$$CF = 0,280 - 0$$

$$CF = 0,280$$

$$MB(H3, E16) = \frac{\max[0,333; 0,167] - 0,167}{\max[1; 0] - 0,167} = \frac{0,167}{0,833} = 0,200$$

$$MD(H3, E16) = \frac{\min[0,333; 0,167] - 0,167}{\min[1; 0] - 0,167} = \frac{0}{-0,167} = 0$$

$$CF = 0,200 - 0$$

$$CF = 0,200$$

Rangkuman dari perhitungan di atas dapat dilihat lebih jelasnya pada Tabel 5.

Tabel 5. Jenis kode Penyakit Beserta Nilai MB, MD dan CF

Jenis Penyakit	Kode Gejala	Gejala	MB	MD	CF
Hepatitis A (P01)	G01	Nyeri sendi dan otot	0	0,280	-0,280
	G02	Mual	0,668	0	0,668
	G03	Muntah	0,224	0	0,224
	G04	Nyeri perut sebelah kanan	0,058	0	0,058
	G05	Nafsu makan berkurang	0,557	0	0,557
	G07	Diare	0	0,424	-0,424
	G08	Urine berwarna gelap	0,335	0	0,335
	G10	Pusing	0,335	0	0,335
	G11	Lesu	0,169	0	0,169
	G13	Mata kuning	0,335	0	0,335
	G14	Kulit kuning	0,058	0	0,058
	G15	Demam	0,446	0	0,446

Hepatitis B (P02)	G01	Nyeri sendi dan otot	0	0,280	-0,280
	G02	Mual	0,668	0	0,668
	G03	Muntah	0,224	0	0,224
	G04	Nyeri perut sebelah kanan	0,225	0	0,225
	G05	Nafsu makan berkurang	0,446	0	0,446
	G06	Perut bengkak	0	0,712	-0,712
	G07	Diare	0	0,712	-0,712
	G08	Urine berwarna gelap	0,169	0	0,169
	G09	Gatal-gatal pada kulit	0	0,424	-0,424
	G10	Pusing	0,335	0	0,335
	G11	Lesu	0,557	0	0,557
	G12	Lelah	0,668	0	0,668
	G13	Mata kuning	0,557	0	0,557
	G14	Kulit kuning	0,114	0	0,114
	G15	Demam	0,169	0	0,169
	G16	Tinja tampak pucat	0,058	0	0,058
Hepatitis C (P03)	G01	Nyeri sendi dan otot	0,169	0	0,169
	G02	Mual	0,502	0	0,502
	G03	Muntah	0,225	0	0,225
	G04	Nyeri perut sebelah kanan	0,557	0	0,557
	G05	Nafsu makan berkurang	0,280	0	0,280
	G06	Perut bengkak	0,225	0	0,225
	G07	Diare	0	0,712	-0,712
	G08	Urine berwarna gelap	0,335	0	0,335
	G09	Gatal-gatal pada kulit	0,169	0	0,169
	G10	Pusing	0,391	0	0,391
	G11	Lesu	0,557	0	0,557
	G12	Lelah	0,612	0	0,612
	G13	Mata kuning	0,225	0	0,225
	G14	Kulit kuning	0	0,712	-0,712
	G15	Demam	0,058	0	0,058
	G16	Tinja tampak pucat	0	0,568	-0,568
Hepatitis D (P04)	G01	Nyeri sendi dan otot	0,360	0	0,360
	G02	Mual	0,520	0	0,520
	G03	Muntah	0,280	0	0,280
	G04	Nyeri perut sebelah kanan	0,520	0	0,520
	G05	Nafsu makan berkurang	0,600	0	0,600
	G06	Perut bengkak	0,200	0	0,200
	G07	Diare	0	0,600	-0,600
	G08	Urine berwarna gelap	0,200	0	0,200
	G09	Gatal-gatal pada kulit	0,120	0	0,120
	G10	Pusing	0,040	0	0,040
	G11	Lesu	0,360	0	0,360
	G12	Lelah	0,200	0	0,200
	G13	Mata kuning	0,360	0	0,360
	G14	Kulit kuning	0	0,200	-0,200
	G15	Demam	0,200	0	0,200
	G16	Tinja tampak pucat	0,200	0	0,200

**Menghitung Rumus Kombinasi Certainty Factor**

Berikut merupakan data sampel dari kasus penyakit hepatitis yang sudah pernah ditangani sebelumnya.

Tabel 6. Data Sampel Penyakit Hepatitis A

Sampel 1 Hepatitis A:			
Usia: 49 Tahun	Jenis Kelamin: Laki-laki		
Jenis Penyakit	Kode Gejala	Gejala	Jawaban
Hepatitis A (P01)	G01	Nyeri sendi dan otot	Tidak
	G02	Mual	Ya
	G03	Muntah	Ya

G04	Nyeri perut sebelah kanan	Ya
G05	Nafsu makan berkurang	Ya
G06	Perut bengkak	Tidak
G07	Diare	Tidak
G08	Urine berwarna gelap	Ya
G09	Gatal-gatal pada kulit	Tidak
G10	Pusing	Ya
G11	Lesu	Tidak
G12	Lelah	Tidak
G13	Mata kuning	Tidak
G14	Kulit kuning	Tidak
G15	Demam	Tidak
G16	Tinja tampak pucat	Tidak

Setelah diperoleh jawaban dari semua pertanyaan terkait gejala yang dialami, maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai CF kombinasi dengan menggunakan metode *certainty factor* untuk mendapatkan hasil diagnosa. Berdasarkan Tabel 6 dan dengan menggunakan rumus (7) maka dilakukan perhitungan rumus kombinasi terhadap penyakit hepatitis A, B, C dan D untuk mencari hasil CFcombine yang tertinggi. Perhitungan CFcombine untuk data sampel hepatitis A adalah sebagai berikut:

1. Hepatitis A

CFcombine dapat dihitung dengan cara mengambil nilai CF pada Tabel 5. Nilai CF yang diambil adalah gejala dengan jawaban “Ya” sesuai dengan Tabel 6 terhadap jenis penyakit hepatitis A pada Tabel 5. Dikarenakan semua jawaban gejala “Ya” pada Tabel 6 terdapat pada Tabel 5, sehingga nilai CF yang diambil untuk perhitungan CFcombine pada hepatitis A adalah nilai CF pada gejala 2 (CF<sub>2</sub>), nilai CF pada gejala 3 (CF<sub>3</sub>), nilai CF pada gejala 4 (CF<sub>4</sub>), nilai CF pada gejala 5 (CF<sub>5</sub>), nilai CF pada gejala 8 (CF<sub>8</sub>) dan nilai CF pada gejala 10 (CF<sub>10</sub>).

$$\begin{aligned}
 \text{CFCombine}(\text{CF}_2, \text{CF}_3) &= \text{CF}_2 + \text{CF}_3 * (1 - \text{CF}_2) \\
 &= 0,668 + 0,224 * (1 - 0,668) \\
 &= 0,742 \text{ CF}_{\text{Old1}} \\
 \text{CFCombine}(\text{CF}_{\text{Old1}}, \text{CF}_4) &= \text{CF}_{\text{Old1}} + \text{CF}_4 * (1 - \text{CF}_{\text{Old1}}) \\
 &= 0,742 + 0,058 * (1 - 0,742) \\
 &= 0,757 \text{ CF}_{\text{Old2}} \\
 \text{CFCombine}(\text{CF}_{\text{Old2}}, \text{CF}_5) &= \text{CF}_{\text{Old2}} + \text{CF}_5 * (1 - \text{CF}_{\text{Old2}}) \\
 &= 0,757 + 0,557 * (1 - 0,757) \\
 &= 0,892 \text{ CF}_{\text{Old3}} \\
 \text{CFCombine}(\text{CF}_{\text{Old3}}, \text{CF}_8) &= \text{CF}_{\text{Old3}} + \text{CF}_8 * (1 - \text{CF}_{\text{Old3}}) \\
 &= 0,892 + 0,335 * (1 - 0,892) \\
 &= 0,928 \text{ CF}_{\text{Old4}} \\
 \text{CFCombine}(\text{CF}_{\text{Old4}}, \text{CF}_{10}) &= \text{CF}_{\text{Old4}} + \text{CF}_{10} * (1 - \text{CF}_{\text{Old4}}) \\
 &= 0,928 + 0,335 * (1 - 0,928) \\
 &= \mathbf{0,952 \text{ CF}_{\text{Old5}}}
 \end{aligned}$$

2. Hepatitis B

$$\begin{aligned}
 \text{CFCombine}(\text{CF}_2, \text{CF}_3) &= \text{CF}_2 + \text{CF}_3 * (1 - \text{CF}_2) \\
 &= 0,335 + 0,003 * (1 - 0,335) \\
 &= 0,337 \text{ CF}_{\text{Old1}} \\
 \text{CFCombine}(\text{CF}_{\text{Old1}}, \text{CF}_4) &= \text{CF}_{\text{Old1}} + \text{CF}_4 * (1 - \text{CF}_{\text{Old1}}) \\
 &= 0,337 + 0,225 * (1 - 0,337) \\
 &= 0,486 \text{ CF}_{\text{Old2}} \\
 \text{CFCombine}(\text{CF}_{\text{Old2}}, \text{CF}_5) &= \text{CF}_{\text{Old2}} + \text{CF}_5 * (1 - \text{CF}_{\text{Old2}}) \\
 &= 0,486 + 0,446 * (1 - 0,486) \\
 &= 0,715 \text{ CF}_{\text{Old3}} \\
 \text{CFCombine}(\text{CF}_{\text{Old3}}, \text{CF}_8) &= \text{CF}_{\text{Old3}} + \text{CF}_8 * (1 - \text{CF}_{\text{Old3}}) \\
 &= 0,715 + 0,169 * (1 - 0,715) \\
 &= 0,764 \text{ CF}_{\text{Old4}} \\
 \text{CFCombine}(\text{CF}_{\text{Old4}}, \text{CF}_{10}) &= \text{CF}_{\text{Old4}} + \text{CF}_{10} * (1 - \text{CF}_{\text{Old4}}) \\
 &= 0,764 + 0,335 * (1 - 0,764) \\
 &= 0,843 \text{ CF}_{\text{Old5}}
 \end{aligned}$$

3. Hepatitis C

$$\begin{aligned}
 \text{CFCombine}(\text{CF}_2, \text{CF}_3) &= \text{CF}_2 + \text{CF}_3 * (1 - \text{CF}_2) \\
 &= 0,502 + 0,225 * (1 - 0,502) \\
 &= 0,614 \text{ CF}_{\text{Old1}} \\
 \text{CFCombine}(\text{CF}_{\text{Old1}}, \text{CF}_4) &= \text{CF}_{\text{Old1}} + \text{CF}_4 * (1 - \text{CF}_{\text{Old1}}) \\
 &= 0,614 + 0,557 * (1 - 0,614) \\
 &= 0,829 \text{ CF}_{\text{Old2}} \\
 \text{CFCombine}(\text{CF}_{\text{Old2}}, \text{CF}_5) &= \text{CF}_{\text{Old2}} + \text{CF}_5 * (1 - \text{CF}_{\text{Old2}}) \\
 &= 0,829 + 0,280 * (1 - 0,829) \\
 &= 0,877 \text{ CF}_{\text{Old3}} \\
 \text{CFCombine}(\text{CF}_{\text{Old3}}, \text{CF}_8) &= \text{CF}_{\text{Old3}} + \text{CF}_8 * (1 - \text{CF}_{\text{Old3}}) \\
 &= 0,877 + 0,335 * (1 - 0,877) \\
 &= 0,918 \text{ CF}_{\text{Old4}} \\
 \text{CFCombine}(\text{CF}_{\text{Old4}}, \text{CF}_{10}) &= \text{CF}_{\text{Old4}} + \text{CF}_{10} * (1 - \text{CF}_{\text{Old4}}) \\
 &= 0,918 + 0,391 * (1 - 0,918) \\
 &= 0,950 \text{ CF}_{\text{Old5}}
 \end{aligned}$$

4. Hepatitis D

$$\begin{aligned}
 \text{CFCombine}(\text{CF}_2, \text{CF}_3) &= \text{CF}_2 + \text{CF}_3 * (1 - \text{CF}_2) \\
 &= 0,520 + 0,280 * (1 - 0,520) \\
 &= 0,654 \text{ CF}_{\text{Old1}} \\
 \text{CFCombine}(\text{CF}_{\text{Old1}}, \text{CF}_4) &= \text{CF}_{\text{Old1}} + \text{CF}_4 * (1 - \text{CF}_{\text{Old1}}) \\
 &= 0,654 + 0,520 * (1 - 0,654) \\
 &= 0,834 \text{ CF}_{\text{Old2}} \\
 \text{CFCombine}(\text{CF}_{\text{Old2}}, \text{CF}_5) &= \text{CF}_{\text{Old2}} + \text{CF}_5 * (1 - \text{CF}_{\text{Old2}}) \\
 &= 0,834 + 0,600 * (1 - 0,834) \\
 &= 0,934 \text{ CF}_{\text{Old3}} \\
 \text{CFCombine}(\text{CF}_{\text{Old3}}, \text{CF}_8) &= \text{CF}_{\text{Old3}} + \text{CF}_8 * (1 - \text{CF}_{\text{Old3}}) \\
 &= 0,934 + 0,200 * (1 - 0,934) \\
 &= 0,947 \text{ CF}_{\text{Old4}} \\
 \text{CFCombine}(\text{CF}_{\text{Old4}}, \text{CF}_{10}) &= \text{CF}_{\text{Old4}} + \text{CF}_{10} * (1 - \text{CF}_{\text{Old4}}) \\
 &= 0,947 + 0,040 * (1 - 0,947) \\
 &= 0,949 \text{ CF}_{\text{Old5}}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas, maka nilai CF terbesarnya adalah 0,952 atau dibulatkan menjadi 0,95 pada hepatitis A. Maka persentase keyakinan =  $\text{CF}_{\text{Old5}} * 100\% = 0,95 * 100\% = 95\%$  hepatitis A.

Dilakukan hal yang sama terhadap 19 data sampel selanjutnya untuk membandingkan hasil diagnosa aktual dengan hasil diagnosa yang dilakukan oleh sistem. Hasil perbandingan dari kedua hasil diagnosa tersebut dapat dilihat lebih jelasnya pada Tabel 7.

Tabel 7. Gejala

Sampel	Usia	Jenis Kelamin	Diagnosa Aktual	Diagnosa Bayes Certainty Factor
1	49	Laki-laki	Hepatitis A	95% Hepatitis A
2	37	Laki-laki	Hepatitis A	94% Hepatitis A
3	35	Perempuan	Hepatitis A	91% Hepatitis A
4	59	Laki-laki	Hepatitis A	82% Hepatitis A
5	57	Laki-laki	Hepatitis A	98% Hepatitis A
6	46	Perempuan	Hepatitis B	95% Hepatitis B
7	48	Laki-laki	Hepatitis B	97% Hepatitis B
8	44	Laki-laki	Hepatitis B	99% Hepatitis B
9	55	Perempuan	Hepatitis B	95% Hepatitis B
10	35	Laki-laki	Hepatitis B	90% Hepatitis B
11	57	Perempuan	Hepatitis C	92% Hepatitis C
12	33	Perempuan	Hepatitis C	90% Hepatitis C
13	41	Laki-laki	Hepatitis C	80% Hepatitis C

14	57	Laki-laki	<b>Hepatitis C</b>	<b>72% Hepatitis B</b>
15	52	Laki-laki	Hepatitis C	95% Hepatitis C
16	24	Laki-laki	Hepatitis D	68% Hepatitis D
17	43	Laki-laki	Hepatitis D	95% Hepatitis D
18	46	Laki-laki	<b>Hepatitis D</b>	<b>99% Hepatitis B</b>
19	58	Laki-laki	<b>Hepatitis D</b>	<b>98% Hepatitis B</b>
20	52	Laki-laki	Hepatitis D	98% Hepatitis D

**Pembahasan**

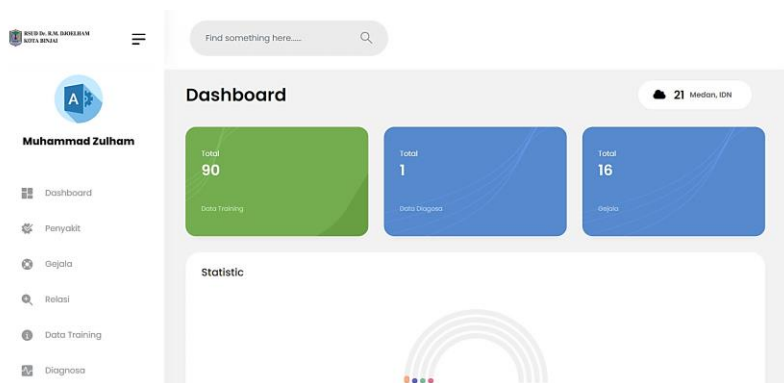
Untuk uji akurasi, penelitian ini menggunakan 20 data sampel sebagai data *testing* yang hasilnya kemudian dibandingkan dengan diagnosa sebenarnya. Dari 20 data pengujian yang telah dibandingkan dengan diagnosa sebenarnya, diperoleh 17 data uji atau 85% telah berhasil diujicobakan pada sistem pakar dengan menggunakan metode *bayes* dan *certainty factor* sedangkan 3 atau 15% diantaranya memiliki hasil diagnosa yang berbeda dengan diagnosa sebenarnya. Untuk lebih jelasnya, perbandingan hasil diagnosa dengan menggunakan *teorema bayes* dan *certainty factor* dapat dilihat pada Tabel 7. Berdasarkan referensi [10] berikut merupakan klasifikasi persentase hasil pengujian akurasi pada sistem pakar:

Tabel 8. Klasifikasi Hasil Pengujian Akurasi Pada Sistem Pakar

Persentase	Kriteria
76-100%	Baik
56%-75%	Cukup
40%-55%	Kurang Baik
<40%	Tidak Baik

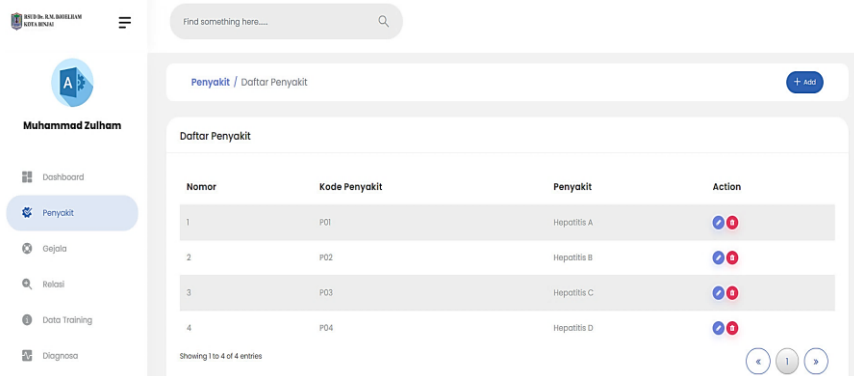
Dari Tabel 8. di atas, maka perolehan hasil pengujian pada penelitian ini yaitu 85% tergolong pada kriteria baik.

**Implementasi**



Gambar 5. Tampilan Halaman *Dashboard*

Pada halaman *dashboard* seperti pada Gambar 5 akan ditampilkan beberapa rangkuman data yang telah diinput ke aplikasi, data gejala serta total diagnosa yang telah dilakukan.



Gambar 6. Tampilan Halaman Penyakit

Pada halaman penyakit tersedia fitur tambah, edit dan hapus data. Halaman ini berfungsi untuk mendaftarkan penyakit sebelum mendaftarkan gejala suatu penyakit. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Gambar 6.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Aplikasi ini dapat membantu masyarakat dan tenaga kesehatan dalam melakukan diagnosa penyakit hepatitis secara dini. Hasil pengujian akurasi dari 90 data *training* dan 20 data *testing* menghasilkan nilai akurasi sebesar 85%. Berdasarkan nilai tersebut dapat dikatakan bahwa sistem pakar ini memiliki tingkat akurasi yang baik. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, sebaiknya data gejala dan data *training* ditambahkan lebih banyak lagi untuk mendapatkan hasil diagnosa yang lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Papuangan, "Penerapan Case Based Reasoning Untuk Sistem Diagnosis Penyakit Hepatitis," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer) Ternate*, vol. 2, no. 1, Apr. 2018.
- [2] Siswanto, *Epidemiologi Penyakit Hepatitis*, 1st ed. Samarinda: Mulawarman University Press, 2020.
- [3] M. M. Mücke and S. Zeuzem, "The Recent Outbreak of Acute Severe Hepatitis in Children of Unknown Origin - What is Known So Far.," *J Hepatol*, pp. 1–6, May 2022, doi: 10.1016/j.jhep.2022.05.001.
- [4] Rokom, "Kemenkes Temukan 18 Orang Dugaan Kasus Hepatitis Akut," May 13, 2022. <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/umum/20220513/0539829/kemenkes-temukan-18-orang-dugaan-kasus-hepatitis-akut/> (accessed May 29, 2022).
- [5] L. Utari and A. P. Sudrajat, "Identifikasi Gejala Penyakit Pada Domba menggunakan Metode Teorema Bayes Dan Certainty Factor," *Jurnal Ilmiah Teknologi - Informasi dan Sains (TEKNOIS)*, vol. 12, no. 1, pp. 95–104, Jan. 2022, doi: 10.36350/jbs.v12i1.
- [6] H. T. Sihotang, E. Panggabean, and H. Zebua, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Herpes Zoster Dengan Menggunakan Metode Teorema Bayes," *Journal Of Informatic Pelita Nusantara*, vol. 3, no. 1, pp. 33–40, 2018.
- [7] A. S. Sembiring *et al.*, "Implementation of Certainty Factor Method for Expert System," in *Journal of Physics: Conference Series*, Sep. 2019, vol. 1255, no. 1, pp. 1–7. doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012065.
- [8] R. I. Borman, R. Napianto, P. Nurlandari, and Z. Abidin, "Implementasi Certainty Factor Dalam Mengatasi Ketidakpastian Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kuda Laut," *JURTEKSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, Dec. 2020, doi: 10.33330/jurteksi.v7i1.602.
- [9] H. Sulistiani and K. Muludi, "Penerapan Metode Certainty Factor Dalam Mendeteksi Penyakit Tanaman Karet," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 15, no. 1, pp. 51–59, Jan. 2018, [Online]. Available: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPTK/issue/view/780>
- [10] R. I. Borman, R. Napianto, P. Nurlandari, and Z. Abidin, "Implementasi Certainty Factor Dalam Mengatasi Ketidakpastian Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kuda Laut," *JURTEKSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, Dec. 2020, doi: 10.33330/jurteksi.v7i1.602.