

Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Pencernaan Pada Manusia Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor

Arif Wijianto¹, Indah Susilawati²

Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Mercu Buana Yogyakarta

Jl. Wates Km. 10 Yogyakarta 55753, Indonesia

e-mail: ¹arifwijianto7@gmail.com, ²indah@mercubuana-yogya.ac.id

Abstrak

Penyakit pencernaan adalah penyakit yang sangat umum dan banyak terjadi di puskesmas. Penyakit pencernaan akan menyerang organ-organ pada sistem pencernaan sehingga mengganggu kerja sistem lainnya yang apabila tidak diperhatikan bisa menjadi lebih parah. Untuk menyelesaikan masalah yang ada peneliti berupaya membangun sistem cerdas untuk membantu masyarakat mengenali lebih dini penyakit pencernaan seperti GERD, dispepsia, kolera, hepatitis, apendisitis, disentri dan hemoroid. Berdasarkan gejala-gejala yang dimasukkan pasien ke dalam sistem nantinya sistem akan menggunakan metode forward chaining dan certainty factor sebagai mesin inferensinya yang akan menghasilkan diagnosa penyakit. Dari 36 data pasien yang telah di uji pada sistem dan dicocokkan dengan validasi pakar sebanyak 34 data sesuai, artinya sistem memiliki akurasi sebesar 94,4% dari data uji. Dengan hasil ini peneliti berharap dapat membantu masyarakat sebagai media konsultasi awal mendiagnosa penyakit pencernaan.

Kata kunci: Certainty Factor, Forward Chaining, Penyakit Pencernaan, Sistem Pakar.

Abstract

Digestive disease is the most common disease and often found in health community centers. Digestive diseases attack organs in the digestive system which can interfere the functions of other systems. If ignored, it can make the person's condition become more severe. To solve the problem, the researcher attempted to design a smart system to help people to early recognize digestive diseases such as GERD, dyspepsia, cholera, hepatitis, appendicitis, dysentery and hemorrhoids. Based on the symptoms fed by the patients into the system, the system will use the forward chaining method and certainty factor as an inference machine that will produce a disease diagnosis. Of 36 patient data tested on the system and matched with the experts' validation, 34 of them matched. The system has an accuracy level of 94.4% of the tested data. The results are expected to provide an initial medium of consultation to help people diagnose digestive diseases.

Keywords: Certainty Factor, Forward Chaining, digestive diseases, expert system.

1. Pendahuluan

Penyakit pencernaan adalah penyakit yang menyerang organ pencernaan sehingga mengganggu kerja sistem pencernaan [1]. Keluhan pada gangguan pencernaan merupakan keluhan yang paling banyak terjadi di klinik-klinik umum dan puskesmas. Pola makan yang kurang baik, makanan yang tidak sehat, gizi yang tidak seimbang, infeksi dan gangguan di organ pencernaan merupakan beberapa penyebab yang bisa menimbulkan penyakit pencernaan. Seharusnya semakin tinggi kegiatan yang dilakukan juga harus diimbangi dengan pola hidup sehatnya [2]. Namun kenyataannya, beberapa orang masih tidak memperhatikan pola makan dan kesehatan dari makanan yang dikonsumsi, hal lain juga karena dimasa pandemi lebih susah untuk konsultasi langsung dengan dokter. Hal itu apabila dibiarkan bisa berakibat fatal bagi kesehatannya. Maka dibutuhkan sistem yang dapat membantu mendeteksi penyakit pencernaan berdasarkan gejala yang dialami salah satunya dengan *expert system*.

Sistem pakar merupakan suatu program komputer yang ingin meniru kecerdasan seorang pakar. Sistem tersebut menggunakan *database* pengetahuan ahli dalam memecahkan masalah yang biasanya dipecahkan oleh para ahli di bidangnya. Seorang yang bukan pakar/ahli menggunakan sistem pakar untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, sedangkan seorang pakar menggunakan sistem pakar

untuk *knowledge assistant* [3]. Beberapa metode yang bisa diterapkan pada sistem pakar yaitu *forward chaining* [5], *certainty factor* [6], *teorema bayes* [2]. Dalam hal ini peneliti menggunakan sistem pakar untuk mengetahui penyakit pencernaan yaitu GERD, dispepsia, kolera, hepatitis, radang usus buntu, disentri, dan wasir dengan gejala masing-masing penyakit tersebut menggunakan metode *forward chaining* dan *certainty factor*.

Metode *forward chaining* merupakan metode inferensi yang melakukan penalaran dari suatu masalah untuk mendapatkan solusinya, jika suatu premis sesuai dengan situasi maka bernilai *true* dan proses akan menyatakan kesimpulan [7]. Sedangkan metode *certainty factor* memperkenalkan konsep keyakinan dan ketidakkeyakinan dalam sebuah kejadian berdasarkan bukti atau penilaian pakar [8]. *Certainty factor* dikenalkan oleh Shortliffe Buchanan dan pertama kali digunakan pada MYCIN pada tahun 1975, untuk menyelesaikan masalah ketidakpastian pada *certainty factor* dikenal konsep *believe* dan *disbelieve*, sebagai contoh pasien yang konsultasi memberikan jawaban ketidakpastian pada gejala yang dialami seperti mungkin, tidak tahu, kurang yakin, hampir pasti. Jawaban tersebut merupakan jawaban-jawaban ketidakkeyakinan.

Salah satu penelitian menggunakan metode *certainty factor* untuk diagnosa penyakit gigi dan mulut berdasarkan dari total 15 data uji menghasilkan 11 data yang sesuai dengan validasi dokter dan 4 data tidak sesuai maka persentasenya adalah 73% [9]. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Kristiana, peneliti membuat sistem pakar diagnosa penyakit pada saluran pencernaan menggunakan data 9 penyakit dan sebanyak 32 gejala menggunakan metode *forward chaining* dengan bahasa pemrograman PHP dan *database* MySQL [4]. Selanjutnya penelitian untuk mendiagnosa hama pada tanaman anggrek peneliti menggunakan gabungan dua metode *forward chaining* dan *certainty factor*. Sistem bekerja berdasarkan gejala-gejala yang di masukan, setelah gejala dipilih sistem akan melakukan perhitungan dengan metode *forward chaining* dan *certainty factor*. Berdasarkan uji coba yang dilakukan peneliti sistem memiliki tingkat kepercayaan untuk mengenali sebesar 93,0736% dengan hasil ini maka kedua metode memungkinkan untuk menjadi solusi mengenali hama pada tanaman anggrek [10].

Berdasarkan uraian di atas maka dalam penelitian ini akan menggunakan sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit pencernaan pada manusia dengan menggunakan metode *forward chaining* dan *certainty factor* sebagai alternatif bagi masyarakat untuk mengetahui kemungkinan penyakit pencernaan yang diderita.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini akan mengembangkan sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit pencernaan pada manusia secara garis besar alur penelitian ini menggunakan metode *waterfall*. Metode *waterfall* adalah suatu proses pengembangan perangkat lunak berurutan, dimana kemajuan dipandang sebagai terus mengalir ke bawah (seperti air terjun) melewati fase-fase seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Pada tahap akuisisi pengetahuan dilakukan kegiatan mengumpulkan data sebagai dasar analisis kebutuhan dan perancangan sistem yang bersumber dari seorang pakar yaitu seorang dokter, yang kemudian dipakai sebagai basis pengetahuan dari sistem itu sendiri.

2.1. Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan menjadi faktor terpenting dari aplikasi sistem pakar, basis pengetahuan menyimpan data-data dan aturan tentang penyakit pencernaan yang didapatkan dari seorang pakar. Berikut ini adalah data dan aturan yang digunakan untuk pembuatan aplikasi sistem pakar penyakit pencernaan dapat dilihat pada tabel 1 sampai tabel 3.

Tabel 1. Data Penyakit, Data Gejala dan Nilai MB.

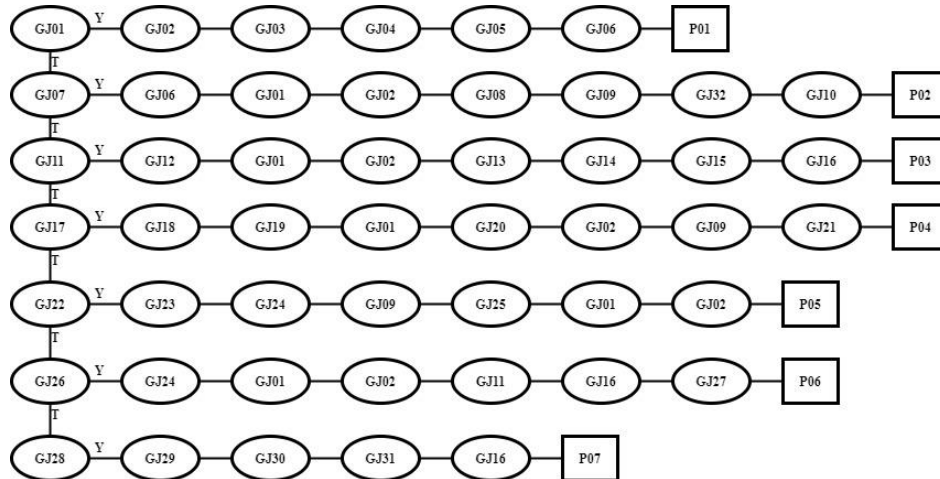
Kode Penyakit	Nama Penyakit	Kode Gejala	Gejala	Nilai MB
P01	GERD	GJ01	Merasa mual	1
		GJ02	Mengalami muntah	1
		GJ03	Sakit tenggorokan	0.6
		GJ04	Merasa susah tidur	0.4
		GJ05	Bau mulut	0.2
		GJ06	Nyeri pada ulu hati seperti terbakar	1
P02	Dispepsia	GJ07	Perut kembung	1
		GJ06	Nyeri pada ulu hati seperti terbakar	1
		GJ01	Merasa mual	0.4
		GJ02	Mengalami muntah	0.4
		GJ08	Sering bersendawa	0.2
		GJ09	Tidak nafsu makan	0.4
P03	Kolera	GJ32	Nyeri perut daerah ulu hati / epigastrium	1
		GJ10	Timbul rasa asam di mulut	0.4
		GJ01	Merasa mual	0.4
		GJ02	Mengalami muntah	0.4
		GJ11	Kram dan nyeri perut	0.2
		GJ12	Mulut terasa kering	1
P04	Hepatitis	GJ13	Merasa sangat haus	0.4
		GJ14	Kulit berkerut dan kering	1
		GJ15	Buang air besar > 3x sehari, seperti cucian beras	1
		GJ16	Badan terasa lemas	0.4
		GJ17	Kulit dan mata tampak menguning	1
		GJ18	Perut terasa nyeri dan bengkak	1
P05	Apendisitis	GJ19	Feses berwarna pucat / berdarah	0.4
		GJ01	Merasa mual	1
		GJ20	Mudah merasa lelah	0.6
		GJ02	Mengalami muntah	0.2
		GJ09	Tidak nafsu makan	0.2
		GJ21	Tubuh gampang memar	0.2
P06	Disentri	GJ22	Sakit perut sebelah kanan bawah	1
		GJ23	Menggigil	0.2
		GJ24	Mengalami demam	0.6
		GJ09	Tidak nafsu makan	0.2
		GJ25	Mengalami sembelit	0.2
		GJ01	Merasa mual	1
P07	Hemoroid	GJ02	Mengalami muntah	0.8
		GJ26	Diare disertai darah atau lendir > 3x sehari	1
		GJ24	Mengalami demam	0.6
		GJ01	Merasa mual	0.6
		GJ02	Mengalami muntah	0.4
		GJ11	Kram dan nyeri perut	0.4
P07	Hemoroid	GJ16	Badan terasa lemas	1
		GJ27	Perut terasa mules	0.6
		GJ28	Pendarahan setelah buang air besar	1
		GJ29	Terdapat lendir setelah buang air besar	0.4
		GJ30	Benjolan tergantung di anus	1
		GJ31	Rasa nyeri dan pembengkakan di sekitar anus	1
		GJ16	Badan terasa lemas	0.6

Tabel 2. Bobot Nilai MB

No	Keterangan	Nilai MB
1	Sangat Yakin	1
2	Yakin	0.8
3	Cukup Yakin	0.6
4	Sedikit Yakin	0.4
5	Tidak Tahu	0.2
6	Tidak	0

Tabel 3. Bobot Nilai MD

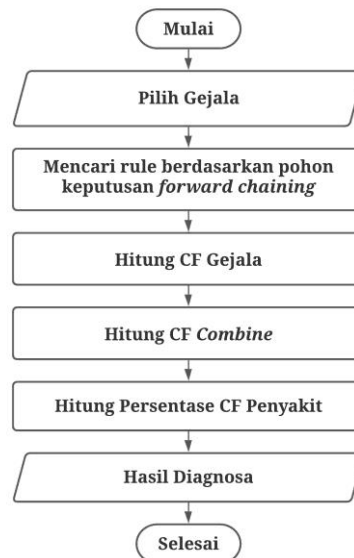
No	Keterangan	Nilai MD
1	Tidak yakin	0.0
2	Kurang yakin	0.1 – 0.3
3	Sedikit yakin	0.4 – 0.5
4	Cukup yakin	0.6 – 0.7
5	Yakin	0.8 – 0.9
6	Sangat yakin	1



Gambar 2. Pohon Keputusan *Forward Chaining*.

2.2. Flowchart Sistem

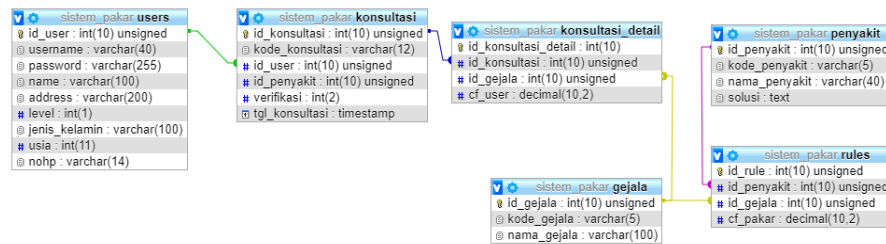
Flowchart sistem, yang menggambarkan masukan, proses dan keluaran sistem beserta alirannya, yang dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 3. *Flowchart* Sistem

2.3. Relasi Database

Perancangan basis data yang direpresentasikan menggunakan relasi antar tabel dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 4. Relasi Database

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Proses Inferensi

Proses dimulai dari memilih gejala yang dialami dan memilih tingkat keyakinan, selanjutnya sistem akan mencari *rule* yang sesuai pada database, apabila ada *rule* terpilih proses dilanjutkan dengan perhitungan *certainty factor* yaitu menghitung nilai CF gejala, apabila terdapat lebih dari satu gejala maka akan dihitung lagi untuk mencari nilai CF *combine*, nilai terbesar dari *rule* terpilih merupakan CF penyakit. Selanjutnya mencari persentase CF akhir. Tabel 5 adalah contoh diagnosa penyakit pencernaan menggunakan metode *forward chaining* dan *certainty factor*.

Tabel 4. Data Sampel

No	Nama	Umur	Gejala
1	PSNxx	28	(GJ01) Merasa mual, (GJ02) Mengalami muntah, (GJ03) Sakit tenggorokan, (GJ04) Merasa susah tidur, (GJ07) Perut kembung, (GJ08) Sering bersendawa, (GJ09) Tidak nafsu makan, (GJ11) Kram dan nyeri perut, (GJ16) Badan terasa lemas, (GJ22) Sakit perut sebelah kanan bawah, (GJ24) Mengalami demam

Langkah perhitungan dari contoh data di atas adalah sebagai berikut :

a. Langkah pertama yaitu eksekusi *rule* menggunakan metode *forward chaining*.

- *Rule* gejala yang terpilih adalah:

GJ01, GJ02, GJ03, GJ04, pada *rule* P01

GJ01, GJ02, GJ07, GJ08, GJ09, pada *rule* P02

GJ01, GJ02, GJ11, GJ16 pada *rule* P03

GJ01, GJ02, GJ09 pada *rule* P04

GJ01, GJ02, GJ09, GJ22, GJ24 pada *rule* P05

GJ01, GJ02, GJ11, GJ16, GJ24 pada *rule* P06

GJ16 pada *rule* P07

b. pencocokan nilai cf pakar dan cf user pada masing-masing *rule* terpilih

Tabel 5. Pencocokan cf pakar dan cf user

No	Rule	Gejala	Nilai CF pakar	Nilai CF user
1	P01	GJ01	1.00	0.40
		GJ02	1.00	0.50
		GJ03	0.60	0.50
		GJ04	0.40	0.50
2	P02	GJ01	0.40	0.40
		GJ02	0.40	0.50
		GJ07	1.00	0.50
		GJ08	0.20	0.50
		GJ09	0.40	0.50
3	P03	GJ01	0.40	0.40
		GJ02	0.40	0.50
		GJ11	0.20	0.50
		GJ16	0.40	0.50
4	P04	GJ01	1.0	0.40
		GJ02	0.20	0.50
		GJ09	0.20	0.50
5	P05	GJ01	1.00	0.40
		GJ02	0.80	0.50
		GJ09	0.20	0.50
		GJ22	1.00	0.50
6	P06	GJ24	0.60	0.50
		GJ01	0.60	0.40
		GJ02	0.40	0.50
		GJ11	0.40	0.50
		GJ16	1.00	0.50

No	Rule	Gejala	Nilai CF pakar	Nilai CF user
7	P07	GJ24	0.60	0.50
		GJ16	0.60	0.50

c. Perhitungan *Certainty Factor*

Kemudian dilakukan perhitungan pada masing-masing *rule*

- GJ01, GJ02, GJ03, GJ04, *rule* P01

- Menghitung CF gejala

Perhitungan *single* premis *rule* menggunakan persamaan 2 untuk menghitung CF gejala

$$CF_{gejala} = CF[pakar] * CF[user]$$

$$GJ01 = 1.00 * 0.40 = 0.4$$

$$GJ02 = 1.00 * 0.50 = 0.5$$

$$GJ03 = 0.60 * 0.50 = 0.3$$

$$GJ04 = 0.40 * 0.50 = 0.2$$

- Menghitung CF *Combine*

Dikarenakan terdapat lebih dari satu gejala, maka untuk menentukan CF penyakit selanjutnya digunakan persamaan 3 menghitung CF *combine*

$$CF_{combine} = CF_{fold} + CF_{gejala} * (1 - CF_{fold})$$

$$\begin{aligned} CF_{combine1} &= CF_{gejala1} + CF_{gejala2} * (1 - CF_{gejala1}) \\ &= 0.4 + 0.5 * (1 - 0.4) \end{aligned}$$

$$CF_{fold1} = 0.7$$

$$\begin{aligned} CF_{combine2} &= CF_{fold1} + CF_{gejala3} * (1 - CF_{fold1}) \\ &= 0.7 + 0.3 * (1 - 0.7) \end{aligned}$$

$$CF_{fold2} = 0.79$$

$$\begin{aligned} CF_{combine3} &= CF_{fold2} + CF_{gejala4} * (1 - CF_{fold2}) \\ &= 0.79 + 0.2 * (1 - 0.79) \end{aligned}$$

$$CF_{fold3} = 0.832$$

CF_{fold} terakhir merupakan CF penyakit, berdasarkan hasil perhitungan CF dia atas, maka CF penyakit adalah 0.832

- GJ01, GJ02, GJ07, GJ08, GJ09, pada *rule* P02

- Menghitung CF gejala

Perhitungan *single* premis *rule* menggunakan persamaan 2 untuk menghitung CF gejala

$$CF_{gejala} = CF[pakar] * CF[user]$$

$$GJ01 = 0.40 * 0.40 = 0.16$$

$$GJ02 = 0.40 * 0.50 = 0.2$$

$$GJ07 = 1.00 * 0.50 = 0.5$$

$$GJ08 = 0.20 * 0.50 = 0.1$$

$$GJ09 = 0.40 * 0.50 = 0.2$$

- Menghitung CF *Combine*

Dikarenakan terdapat lebih dari satu gejala, maka untuk menentukan CF penyakit selanjutnya digunakan persamaan 2.3 menghitung CF *combine*

$$CF_{combine} = CF_{fold} + CF_{gejala} * (1 - CF_{fold})$$

$$\begin{aligned} CF_{combine1} &= CF_{gejala1} + CF_{gejala2} * (1 - CF_{gejala1}) \\ &= 0.16 + 0.2 * (1 - 0.16) \end{aligned}$$

$$CF_{fold1} = 0.328$$

$$\begin{aligned} CF_{combine2} &= CF_{fold1} + CF_{gejala3} * (1 - CF_{fold1}) \\ &= 0.328 + 0.5 * (1 - 0.328) \end{aligned}$$

$$CF_{fold2} = 0.664$$

$$\begin{aligned} CF_{combine3} &= CF_{fold2} + CF_{gejala4} * (1 - CF_{fold2}) \\ &= 0.664 + 0.1 * (1 - 0.664) \end{aligned}$$

$$CF_{fold3} = 0.6976$$

$$\begin{aligned} CF_{combine4} &= CF_{fold3} + CF_{gejala5} * (1 - CF_{fold3}) \\ &= 0.6976 + 0.2 * (1 - 0.6976) \end{aligned}$$

- CFold4 = 0.75808
CFold terakhir merupakan CF penyakit, berdasarkan hasil perhitungan CF dia atas, maka CF penyakit adalah 0.75808
- GJ01, GJ02, GJ11, GJ16 pada *rule* P03
 - Menghitung CF gejala
Perhitungan *single* premis *rule* menggunakan persamaan 2 untuk menghitung CF gejala
 $CF_{gejala} = CF[pakar] * CF[user]$

$$GJ01 = 0.40 * 0.40 = 0.16$$

$$GJ02 = 0.40 * 0.50 = 0.2$$

$$GJ11 = 0.02 * 0.50 = 0.1$$

$$GJ16 = 0.04 * 0.50 = 0.2$$
 - Menghitung CF *Combine*
Dikarenakan terdapat lebih dari satu gejala, maka untuk menentukan CF penyakit selanjutnya digunakan persamaan 2.3 menghitung CF *combine*
 $CF_{combine} = CFold + CF_{gejala} * (1 - CFold)$

$$CF_{combine1} = CF_{gejala1} + CF_{gejala2} * (1 - CF_{gejala1})$$

$$= 0.16 + 0.2 * (1 - 0.16)$$

$$CFold1 = 0.328$$

$$CF_{combine2} = CFold1 + CF_{gejala3} * (1 - CFold1)$$

$$= 0.328 + 0.1 * (1 - 0.328)$$

$$CFold2 = 0.3952$$

$$CF_{combine3} = CFold2 + CF_{gejala4} * (1 - CFold2)$$

$$= 0.3952 + 0.2 * (1 - 0.3952)$$

$$CFold3 = 0.51616$$

CFold terakhir merupakan CF penyakit, berdasarkan hasil perhitungan CF dia atas, maka CF penyakit adalah 0.51616
 - GJ01, GJ02, GJ09 pada *rule* P04
 - Menghitung CF gejala
Perhitungan *single* premis *rule* menggunakan persamaan 2 untuk menghitung CF gejala
 $CF_{gejala} = CF[pakar] * CF[user]$

$$GJ01 = 1.00 * 0.40 = 0.4$$

$$GJ02 = 0.20 * 0.50 = 0.1$$

$$GJ09 = 0.20 * 0.50 = 0.1$$
 - Menghitung CF *Combine*
Dikarenakan terdapat lebih dari satu gejala, maka untuk menentukan CF penyakit selanjutnya digunakan persamaan 2.3 menghitung CF *combine*
 $CF_{combine} = CFold + CF_{gejala} * (1 - CFold)$

$$CF_{combine1} = CF_{gejala1} + CF_{gejala2} * (1 - CF_{gejala1})$$

$$= 0.4 + 0.1 * (1 - 0.4)$$

$$CFold1 = 0.46$$

$$CF_{combine2} = CFold1 + CF_{gejala3} * (1 - CFold1)$$

$$= 0.46 + 0.1 * (1 - 0.46)$$

$$CFold2 = 0.514$$

CFold terakhir merupakan CF penyakit, berdasarkan hasil perhitungan CF dia atas, maka CF penyakit adalah 0.514
 - GJ01, GJ02, GJ09, GJ22, GJ24 pada *rule* P05
 - Menghitung CF gejala
Perhitungan *single* premis *rule* menggunakan persamaan 2 untuk menghitung CF gejala
 $CF_{gejala} = CF[pakar] * CF[user]$

$$GJ01 = 1.00 * 0.40 = 0.4$$

$$GJ02 = 0.80 * 0.50 = 0.4$$

$$GJ09 = 0.20 * 0.50 = 0.1$$

$$GJ22 = 1.00 * 0.50 = 0.5$$

-
- GJ24 = $0.60 * 0.50 = 0.3$
- Menghitung CF *Combine*
 Dikarenakan terdapat lebih dari satu gejala, maka untuk menentukan CF penyakit selanjutnya digunakan persamaan 2.3 menghitung CF *combine*
 $CF_{combine} = CF_{fold} + CF_{gejala} * (1 - CF_{fold})$
 $CF_{combine1} = CF_{gejala1} + CF_{gejala2} * (1 - CF_{gejala1})$
 $= 0.4 + 0.4 * (1 - 0.4)$
 $CF_{fold1} = 0.64$
 $CF_{combine2} = CF_{fold1} + CF_{gejala3} * (1 - CF_{fold1})$
 $= 0.64 + 0.1 * (1 - 0.64)$
 $CF_{fold2} = 0.676$
 $CF_{combine3} = CF_{fold2} + CF_{gejala4} * (1 - CF_{fold2})$
 $= 0.676 + 0.5 * (1 - 0.676)$
 $CF_{fold3} = 0.838$
 $CF_{combine2} = CF_{fold3} + CF_{gejala3} * (1 - CF_{fold3})$
 $= 0.838 + 0.3 * (1 - 0.838)$
 $CF_{fold4} = 0.8866$
 CFold terakhir merupakan CF penyakit, berdasarkan hasil perhitungan CF dia atas, maka CF penyakit adalah 0.8866
 - GJ01, GJ02, GJ11, GJ16, GJ24 pada rule P06
 - Menghitung CF gejala
 Perhitungan *single* premis *rule* menggunakan persamaan 2 untuk menghitung CF gejala
 $CF_{gejala} = CF[pakar] * CF[user]$
 $GJ01 = 0.60 * 0.40 = 0.24$
 $GJ02 = 0.40 * 0.50 = 0.2$
 $GJ11 = 0.40 * 0.50 = 0.2$
 $GJ16 = 1.00 * 0.50 = 0.5$
 $GJ24 = 0.60 * 0.50 = 0.3$
 - Menghitung CF *Combine*
 Dikarenakan terdapat lebih dari satu gejala, maka untuk menentukan CF penyakit selanjutnya digunakan persamaan 2.3 menghitung CF *combine*
 $CF_{combine} = CF_{fold} + CF_{gejala} * (1 - CF_{fold})$
 $CF_{combine1} = CF_{gejala1} + CF_{gejala2} * (1 - CF_{gejala1})$
 $= 0.24 + 0.2 * (1 - 0.24)$
 $CF_{fold1} = 0.392$
 $CF_{combine2} = CF_{fold1} + CF_{gejala3} * (1 - CF_{fold1})$
 $= 0.392 + 0.2 * (1 - 0.392)$
 $CF_{fold2} = 0.5136$
 $CF_{combine3} = CF_{fold2} + CF_{gejala4} * (1 - CF_{fold2})$
 $= 0.5136 + 0.5 * (1 - 0.5136)$
 $CF_{fold3} = 0.7568$
 $CF_{combine2} = CF_{fold3} + CF_{gejala3} * (1 - CF_{fold3})$
 $= 0.7568 + 0.3 * (1 - 0.7568)$
 $CF_{fold4} = 0.82976$
 CFold terakhir merupakan CF penyakit, berdasarkan hasil perhitungan CF dia atas, maka CF penyakit adalah 0.82976
 - GJ16 pada rule P07
 - Menghitung CF gejala
 Perhitungan *single* premis *rule* menggunakan persamaan 2 untuk menghitung CF gejala
 $CF_{gejala} = CF[pakar] * CF[user]$
 $GJ16 = 0.60 * 0.50 = 0.3$
 CFold terakhir merupakan CF penyakit, berdasarkan hasil perhitungan CF dia atas, maka CF penyakit adalah 0.3
-

Dari perhitungan di atas diambil nilai CF paling tinggi dari setiap *rule* penyakit bahwa P05 memiliki nilai CF paling tinggi yaitu 0.8866 diduga terkena penyakit Apendisitis / Usus buntu. Untuk menghitung persentase keyakinan terhadap penyakit dengan persamaan.

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \text{CF Penyakit} * 100 \\ &= 0.8866 * 100 \\ &= 88.6\%\end{aligned}$$

3.2. Validasi Sistem

Hasil dari keseluruhan data dan uji validasi sistem yang dilakukan dengan membandingkan hasil sistem dengan pakar dapat dilihat pada tabel 6

Tabel 6. Uji Validasi Sistem

No	Pasien	Hasil Metode		Hasil Pakar	Validasi
		Penyakit	Nilai CF		
1.	P001	Diare / Disentri	0.9995	Diare / Disentri	Sesuai
2.	P002	Apendisitis	0.9874	Apendisitis	Sesuai
3.	P003	Hepatitis	0.9844	Hepatitis	Sesuai
4.	P004	Hepatitis	0.9694	Hepatitis	Sesuai
5.	P005	Diare / Disentri	0.9983	Diare / Disentri	Sesuai
6.	P006	Hemoroid	0.9621	Hemoroid	Sesuai
7.	P007	Hemoroid	0.9792	Hemoroid	Sesuai
8.	P008	Hemoroid	0.986	Hemoroid	Sesuai
9.	P009	Hemoroid	0.9905	Hemoroid	Sesuai
10.	P010	Hemoroid	0.9732	Hemoroid	Sesuai
11.	P011	Diare / Disentri	0.9831	Kolera	Tidak Sesuai
12.	P012	Hepatitis	0.9971	Hepatitis	Sesuai
13.	P013	Dispepsia	0.9912	Dispepsia	Sesuai
14.	P014	Diare / Disentri	0.9995	Diare / Disentri	Sesuai
15.	P015	Diare / Disentri	0.9993	Diare / Disentri	Sesuai
16.	P016	Apendisitis	0.9925	Apendisitis	Sesuai
17.	P017	Apendisitis	0.9947	Apendisitis	Sesuai
18.	P018	Apendisitis	0.9947	Apendisitis	Sesuai
19.	P019	Hepatitis	0.9895	Hepatitis	Sesuai
20.	P020	Hepatitis	0.9899	Hepatitis	Sesuai
21.	P021	Hepatitis	0.9962	Hepatitis	Sesuai
22.	P022	Dispepsia	0.983	Dispepsia	Sesuai
23.	P023	Dispepsia	0.983	Dispepsia	Sesuai
24.	P024	Dispepsia	0.9979	Dispepsia	Sesuai
25.	P025	Dispepsia	0.9969	Dispepsia	Sesuai
26.	P026	GERD	0.9881	GERD	Sesuai
27.	P027	GERD	0.9972	GERD	Sesuai
28.	P028	GERD	0.9965	GERD	Sesuai
29.	P029	GERD	0.9864	GERD	Sesuai
30.	P030	Dispepsia	0.9979	Dispepsia	Sesuai
31.	P031	Dispepsia	0.9984	Dispepsia	Sesuai
32.	P032	Dispepsia	0.9985	Dispepsia	Sesuai
33.	P033	Dispepsia	0.9983	Dispepsia	Sesuai
34.	P034	Dispepsia	0.9979	Dispepsia	Sesuai
35.	P035	GERD	0.9966	GERD	Sesuai
36.	P036	Dispepsia	0.9975	GERD	Tidak Sesuai

Berdasarkan tabel 6, dari 36 data pasien yang berhasil dikumpulkan, 34 data mendapatkan validasi sesuai dengan hasil yang didapat oleh pakar dan 2 data dinyatakan tidak sesuai. Sehingga diperoleh persentase dari hasil data sesuai validasi sebesar 94,4%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sistem yang dirancang menggunakan metode *forward chaining* dan *certainty factor* dapat berjalan sesuai dengan desain. Berdasarkan 36 data yang telah diujikan terhadap sistem, 34 data mendapatkan validasi sesuai dengan hasil yang didapat oleh pakar dan 2 data dinyatakan tidak sesuai. Sehingga diperoleh persentase hasil validasi sesuai sebesar 94,4%. Adapun saran untuk penelitian lanjutan dengan memperbanyak jenis penyakit pada pencernaan dan memberi bobot yang lebih akurat dengan melibatkan pakar spesialis.

Daftar Pustaka

- [1] I. S. Ma'rifati and C. Kesuma, "Pengembangan Sistem Pakar Mendeteksi Penyakit Pencernaan Menggunakan Metode Naive Bayes Berbasis Web," *Evolusi J. Sains dan Manaj.*, vol. 6, no. 1, Mar. 2018, doi: 10.31294/evolusi.v6i1.3543.

-
- [2] N. B. Riyanto and O. Suria, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pencernaan Menggunakan Metode Teorema Bayes," *JMAI (Jurnal Multimed. Artif. Intell.*, vol. 2, no. 1, pp. 7–12, 2018, doi: 10.26486/jmai.v2i1.65.
 - [3] T. Sutojo, "Kecerdasan Buatan, Yogyakarta," *Penerbit Graha Ilmu*, 2011.
 - [4] T. Kristiana, "Sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit saluran pencernaan dengan metode forward chaining," *Inform. J. Ilmu Komput.*, vol. 14, pp. 65–80, 2018.
 - [5] W. Supartini and H. Hindarto, "Sistem Pakar Berbasis Web Dengan Metode Forward Chaining Dalam Mendiagnosa Dini Penyakit Tuberkulosis Di Jawa Timur," *Kinet. Game Technol. Inf. Syst. Comput. Network, Comput. Electron. Control*, pp. 147–154, 2016.
 - [6] Anita, Rodhy, R. Ningsih, and Solin, "Penerapan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor untuk Diagnosa Penyakit pada Tanaman Bonsai," *JGK (Jurnal Guru Kita)*, vol. 3, no. 2, pp. 187–194, 2019.
 - [7] T. Sutojo, E. Mulyanto, and V. Suhartono, *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi, 2011.
 - [8] Y. W. N. Fitriya, N. Hidayat, and Marji, "Implementasi Metode Weighted Product – Certainty Factor untuk Diagnosa Penyakit Malaria," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. vol.2, pp. 2158–2163, 2018.
 - [9] A. Adji Sukarno, Bayu; Fauzan Rozi, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Gigi dan Mulut Menggunakan Metode Certainty Factor," *J. Inf. Syst. Artif. Intell.*, vol. 1, pp. 16–24, 2021, [Online]. Available: <http://jisai.mercubuana-yogya.ac.id/index.php/jisai/article/view/39/8>.
 - [10] D. T. Yuwono, A. Fadlil, and S. Sunardi, "Penerapan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Hama Anggrek Coelogyne Pandurata," *Klik - Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, p. 136, 2017, doi: 10.20527/klik.v4i2.89.