

Transformasi Digital Diagnosis Penyakit GERD Melalui Sistem Pakar Menggunakan Certainty Factor

Elfina Novalia¹, Apriade Voutama², Adhi Rizal³

¹Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Buana Perjuangan, Karawang, Indonesia

²Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

³Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

Penulis Korespondensi: Elfina Novalia (e-mail: elfinanovalia@ubpkarawang.ac.id)

ABSTRAK

Penyakit *Gastroesophageal Reflux Disease* (GERD) adalah gangguan pencernaan kronis akibat meningkatnya asam lambung secara berlebihan yang membutuhkan pengobatan dini untuk mencegah komplikasi serius. Keterbatasan akses ke tenaga medis spesialis seringkali menghambat proses diagnosis awal. Studi ini bertujuan mengembangkan sistem pakar berbasis web untuk mendiagnosis GERD menggunakan metode *Certainty Factor* berdasarkan data yang diperoleh dari pakar. Pengembangan sistem menggunakan metodologi Siklus Hidup Pengembangan Sistem Pakar (ESDLC), meliputi enam tahap: akuisisi persyaratan, akuisisi pengetahuan melalui wawancara terstruktur dengan dokter spesialis penyakit dalam untuk memperoleh gejala, aturan *If-Then*, serta bobot *Measure of Belief* (MB) dan *Measure of Disbelief* (MD), desain sistem mencakup basis pengetahuan dan mesin inferensi runut maju, implementasi menggunakan PHP dan MySQL, pengujian akurasi, serta dokumentasi. Hasil perhitungan *Certainty Factor* menghasilkan nilai kepercayaan yang mencerminkan tingkat kepastian diagnosis berdasarkan gejala yang dimasukkan pengguna. Pengujian terhadap 15 data uji menghasilkan akurasi 93,33%, presisi 88,89%, dan recall 100% untuk diagnosa GERD. Evaluasi kegunaan menggunakan System Usability Scale (SUS) menghasilkan skor rata-rata 78,5 (kategori Good). Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu berfungsi sebagai instrumen pendukung keputusan klinis (CDSS) yang efektif, akurat, dan mudah diakses bagi masyarakat luas, meskipun cakupan data masukan masih perlu dikembangkan lebih lanjut.

KATA KUNCI Sistem Pakar; GERD; Certainty Factor; ESDLC; Berbasis Web.

ABSTRACT

Gastroesophageal Reflux Disease (GERD) is a chronic digestive disorder caused by excessive stomach acid production that requires early treatment to prevent serious complications. Limited access to specialist medical personnel often hinders the initial diagnosis process. This study aims to develop a web-based expert system for diagnosing GERD using the Certainty Factor method based on data obtained from medical experts. System development employed the Expert System Development Life Cycle (ESDLC) methodology, comprising six stages: requirements acquisition, knowledge acquisition through structured interviews with an internal medicine specialist to obtain symptoms, If-Then rules, and Measure of Belief (MB) and Measure of Disbelief (MD) weights, system design encompassing the knowledge base and a forward chaining inference engine, implementation using PHP and MySQL, accuracy testing, and documentation. The Certainty Factor calculation produces confidence values reflecting the level of diagnostic certainty based on symptoms entered by the user. Testing on 15 data samples yielded an accuracy of 93.33%, a precision of 88.89%, and a recall of 100% for GERD diagnosis. Usability evaluation using the System Usability Scale (SUS) produced an average score of 78.5 (Good category). These results demonstrate that the system is capable of functioning as an effective, accurate, and accessible clinical decision support instrument (CDSS) for the general public, although the scope of data input still requires further development.

KEYWORD Expert System; GERD; Certainty Factor; ESDLC; Web Based.

1. PENDAHULUAN

Penyakit *Refluks Gastroesofageal* (GERD) atau dikenal sebagai refluks asam, adalah salah satu gangguan pencernaan yang paling umum di seluruh dunia, termasuk di Indonesia [1]. GERD terjadi ketika asam lambung naik ke kerongkongan, menyebabkan gejala seperti rasa panas di dada, regurgitasi, nyeri dada, kesulitan menelan, dan batuk kronis. Jika tidak diobati, GERD dapat berkembang menjadi komplikasi serius seperti esofagitis, striktur esofagus, esofagus Barrett, dan bahkan kanker esofagus. Tantangan utama dalam pengobatan GERD adalah kemiripan gejalanya dengan gangguan dispepsia lainnya atau bahkan penyakit jantung, yang seringkali menimbulkan ambiguitas bagi pasien awam [2]. Secara teknis, ketidakpastian informasi yang diberikan oleh pasien selama pengobatan mandiri seringkali menyebabkan diagnosis awal yang tidak akurat [3]. Selain itu, tidak banyak platform skrining mandiri dengan dasar metodologis formal yang mampu secara sistematis mengukur tingkat kepercayaan klinis [4].

Di era transformasi digital, perawatan kesehatan mengalami pergeseran paradigma dari pendekatan konvensional ke penggunaan teknologi informasi untuk meningkatkan aksesibilitas, efisiensi, dan akurasi diagnosis dini [5]. Sistem pakar adalah salah satu bentuk kecerdasan buatan yang paling cocok untuk domain medis karena dapat meniru proses penalaran seorang ahli (seorang gastroenterolog) dalam mendiagnosis penyakit berdasarkan gejala pasien. Sebagai solusi atas permasalahan ini, penelitian ini mengusulkan pengembangan Sistem Pakar Berbasis Web menggunakan metode Certainty Factor (CF) [6]. Metode CF dipilih karena kemampuannya untuk mengakomodasi perasaan pengguna tentang "mungkin" atau "ragu" dengan memberi bobot pada nilai Ukuran Keyakinan (MB) dan Ukuran Ketidakpercayaan (MD) [7][8]. Sistem ini dikembangkan menggunakan kerangka kerja Siklus Hidup Pengembangan Sistem Pakar (ESDLC) untuk memastikan bahwa proses perolehan pengetahuan dari para ahli hingga tahap pemeliharaan sistem berjalan secara terstruktur dan tervalidasi [9].

Penelitian tentang sistem pakar untuk penyakit gastrointestinal telah berkembang pesat dalam lima tahun terakhir, tetapi terdapat kesenjangan signifikan yang coba diisi oleh penelitian ini [10]. Sebuah penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sari dkk. (2022) menggunakan metode Forward Chaining pada platform seluler untuk mendiagnosis penyakit lambung umum. Meskipun efektif dalam pelacakan gejala, penelitian ini tidak mampu mengukur tingkat ketidakpastian gejala, yang seringkali bersifat subjektif. Hal ini kemudian diatasi oleh Pratama (2023), yang menggunakan algoritma Naive Bayes. Namun, pendekatan probabilitas murni terkadang kesulitan untuk secara intuitif merepresentasikan keyakinan pakar dibandingkan dengan metode Certainty Factor. Selanjutnya, Wahyudi & Utami (2024) menerapkan Faktor Kepastian untuk mendiagnosis GERD, tetapi hal ini terbatas pada aplikasi desktop dan demografi lansia,

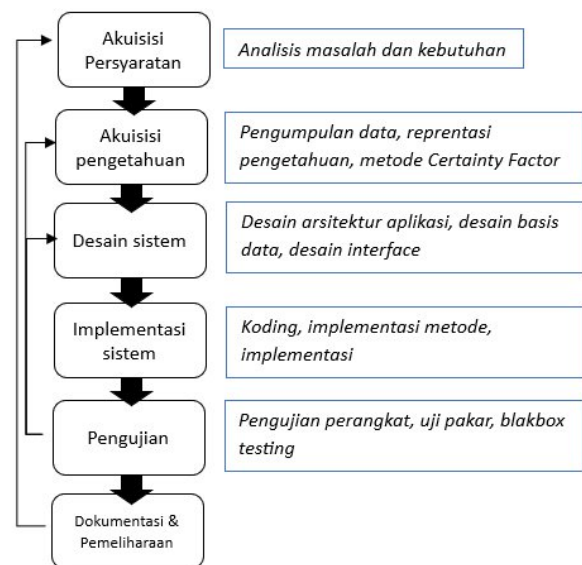
sehingga aksesibilitasnya bagi masyarakat umum masih terbatas. Sementara itu, sebuah studi terbaru oleh Ramadhan (2025) mengeksplorasi penggunaan Logika Fuzzy untuk menentukan tingkat keparahan GERD. Meskipun Logika Fuzzy unggul dalam menangani data kontinu, metode Faktor Kepastian yang diusulkan dalam studi ini dianggap lebih efisien untuk parameter klinis GERD berdasarkan aturan if-then eksplisit dari pakar [11].

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini merumuskan tiga pertanyaan penelitian: (1) bagaimana merancang sistem pakar berbasis web yang mampu mendiagnosis GERD akut dan kronis menggunakan metode Certainty Factor? (2) seberapa akurat hasil diagnosis sistem dibandingkan dengan diagnosis pakar pada data uji klinis? dan (3) bagaimana penerapan metodologi ESDLC dapat memastikan kualitas akuisisi pengetahuan dari pakar ke dalam basis aturan sistem?

Kebaruan pada penelitian ini adalah fokus pada satu domain penyakit dengan integrasi penuh metodologi Siklus Hidup Pengembangan Sistem Pakar (ESDLC) dengan menekankan tahap akuisisi pengetahuan yang lebih ketat dan sistematis [12]. Penggunaan platform berbasis web dalam penelitian ini juga memastikan jangkauan dan responsivitas yang lebih luas dibandingkan penelitian sebelumnya, sehingga menciptakan jembatan yang lebih kuat antara pengetahuan medis spesialis dan kebutuhan deteksi dini masyarakat di era digital [13].

2. METODE

Metode *Expert System Development Life Cycle* (ESDLC) memiliki beberapa tahapan pengerjaan dalam membangun aplikasi sistem pakar diagnosis hama dan penyakit GERD, meliputi tahapan berikut.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Berdasarkan metodologi penelitian tahapan di mulai dari identifikasi masalah, penentuan tujuan (membuat alat skrining dini GERD berbasis web), dan analisis pengguna (masyarakat umum) [14]. Proses akuisisi

pengetahuan dilakukan melalui wawancara terstruktur dengan seorang pakar medis, yaitu Dr. Kemal Fariz Kalista, Sp.Pd., seorang dokter spesialis penyakit dalam dengan pengalaman klinis lebih dari sepuluh tahun dalam penanganan gangguan gastrointestinal. Proses wawancara dilaksanakan dalam beberapa sesi untuk memastikan konsistensi dan kelengkapan informasi yang diperoleh. Selain wawancara, tinjauan literatur medis digunakan sebagai pembanding untuk memvalidasi daftar gejala dan aturan If-Then yang dikembangkan. Nilai pembobotan ahli, yaitu Ukuran Keyakinan (MB) dan Ukuran Ketidakpercayaan (MD) untuk setiap gejala, ditetapkan berdasarkan penilaian klinis pakar dan diverifikasi silang dengan referensi medis yang relevan guna memastikan keandalan basis pengetahuan [15].

Langkah selanjutnya Merancang arsitektur sistem pakar. Ini termasuk merancang struktur Basis Pengetahuan dalam basis data, merancang antarmuka pengguna berbasis web yang responsif, dan merancang alur mesin inferensi melalui pengkodean menggunakan bahasa pemrograman PHP MySQL [16], dan mengimplementasikan algoritma perhitungan Faktor Kepastian ke dalam kode program [17]. Selanjutnya pengujian sistem dengan membandingkan hasil diagnosis CF sistem dengan hasil pakar [18].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Akuisisi Pengetahuan

Pada tahap akuisisi pengetahuan, data dan informasi diperoleh melalui dua sumber utama, yaitu studi literatur medis terkait GERD dan wawancara mendalam dengan pakar. Pakar yang dilibatkan adalah Dr. Kemal Fariz Kalista, Sp.Pd., seorang dokter spesialis penyakit dalam yang berpengalaman. Nilai Certainty Factor (CF) pakar untuk setiap gejala ditetapkan melalui diskusi terstruktur dengan pakar, kemudian divalidasi silang dengan pedoman klinis dan literatur ilmiah yang relevan. Konsensus nilai CF dicapai setelah iterasi wawancara yang memastikan nilai yang ditetapkan mencerminkan tingkat keyakinan klinis yang konsisten dan dapat dipertanggungjawabkan. Hasil dari proses wawancara tersebut disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Jenis Penyakit GERD

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Solusi
P01	GERD akut	1) Konsumsi obat antasida (meredakan sakit dengan segera).
P02	GERD kronis	1) Konsumsi omeprazole atau ranitidin (memerlukan waktu untuk namun dapat meredakan lebih efektif). 2) Segera konsultasi ke dokter apabila gejala yang timbul tak kunjung membaik.

Selanjutnya menampilkan gejala yang terjadi pada pengidap GERD dan dihubungkan antara jenis penyakit dengan gejala yang muncul pada saat seseorang menderita penyakit GERD.

Tabel 2. Gejala Penyakit GERD

Kode Gejala	Gejala
G01	Bagian dada terasa panas
G02	Mulut terasa asam
G03	Ulu hati rasa terbakar
G04	Tenggorokan sasa terbakar
G05	Berat badan menurun
G06	Merasakan mual
G07	Muntah
G08	Terasa sakit saat menelan
G09	Suara serak
G10	Otot perut terasa kejang

Selanjutnya hubungan antara jenis penyakit dengan gejala yang muncul pada saat seseorang menderita penyakit GERD. Hasil relasi akan di sajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Relasi Jenis GERD

Kode Gejala	P01	P02
G01	√	
G02	√	
G03	√	
G04	√	
G05	√	
G06		√
G07		√
G08		√
G09		√
G10		√

3.2. Penerapan Certainty Factor.

Untuk mendapatkan nilai akurasi dilakukan rentang angka nilai kepercayaan dengan metode *Certainty Factor*.

Tabel 4. Nilai Certainty-Factor

Nilai Certainty Factor (CF)	Interpretasi
-1,0 sampai -0,80	Pasti Tidak
-0,79 sampai -0,60	Hampir Pasti Tidak
-0,59 sampai -0,40	Kemungkinan Besar Tidak
-0,39 sampai -0,20	Mungkin Tidak
-0,19 sampai 0,19	Tidak Tahu / Netral
0,20 sampai 0,39	Kemungkinan
0,40 sampai 0,59	Kemungkinan Besar
0,60 sampai 0,79	Kemungkinan Besar
0,80 sampai 0,89	Hampir Pasti
0,90 sampai 1,0	Pasti

Untuk tahap selanjutnya akan menjelaskan mengenai cara menghitung nilai certainty factor terhadap hasil diagnosis. Mengetahui nilai kepercayaan pakar tentang penyakit GERD dan Konversi nilai kepercayaan pakar terhadap gejala menjadi nilai CF.

Tabel 5. Gejala Penyakit GERD dan Nilai CF

Kode Gejala	P01	P02	Nilai CF
G01	√		0,8
G02	√		0,8
G03	√		1
G04	√		1
G05	√		0,4
G06		√	0,6
G07		√	0,8

G08		√	0,8
G09		√	0,2
G10		√	0,6

Berikut perhitungn manual nilai CF untuk mengetahui akurasi dalam diagnose dari sistem pakar berdasarkan dari nilai keyakinan pakar terhadap gejala yang timbul dari masing masing penyakit GERD disimulasikan pada studi kasus Gerd Akut untuk nilai CF User akan di asumsikan pada tabel berikut.

Tabel 6. Nilai CF 1

Kode Gejala	CF Pakar	CF User	CF Kombinasi [H,E]}
G01	0,8	0,8	0,64
G02	0,8	0,9	0,72
G03	1,0	0,4	0,40
G04	1,0	0,4	0,40
G05	0,4	0,6	0,24

Untuk mendapatkan nilai CF [H, E] menggunakan rumus berikut.

CF Tunggal (per gejala)

$$CF [H, E] = CF Pakar \times CF User \tag{1}$$

CF Kombinasi (jika lebih dari 1 gejala)

$$CFbaru = CFlama + CFbaru \times (1 - CFlama) \tag{2}$$

Berikut adalah perhitungn manual *certainty factor* untuk mendapatkan nilai kepercayaan pakar pada penyakit GERD akut.

A. $CF_{Combine\ Old\ 1,2} = CF_1 + CF_2 * (1 - CF_1)$
 $= 0,64 + 0,72 * (1 - 0,64)$
 $CF_{Old\ 1} = 0,8704$

B. $CF_{Combine\ Old\ 1,3} = CF_1 + CF_3 * (1 - CF_1)$
 $= 0,8704 + 0,4 * (1 - 0,8704)$
 $CF_{Old\ 2} = 0,92224$

C. $CF_{Combine\ Old\ 2,4} = CF_2 + CF_4 * (1 - CF_2)$
 $= 0,92224 + 0,4 * (1 - 0,92224)$
 $CF_{Old\ 3} = 0,953344$

D. $CF_{Combine\ Old\ 3,5} = CF_3 + CF_5 * (1 - CF_3)$
 $= 0,953344 + 0,24 * (1 - 0,953344)$
 $CF_{Old\ 4} = 0,964541$

Berikut perhitungn manual nilai CF disimulasikan pada studi kasus Gerd Kronis untuk nilai CF User akan di asumsikan pada tabel berikut.

Tabel 6. Nilai CF 2

Kode Gejala	CF Pakar	CF User	CF Kombinasi [H,E]}
G06	0,6	0,4	0,24
G07	0,8	0,6	0,48
G08	0,8	0,4	0,32
G09	0,2	0,2	0,04
G10	0,6	0,6	0,36

Berikut adalah perhitungn manual *certainty factor* untuk mendapatkan nilai kepercayaan pakar pada penyakit Gerd kronis.

A. $CF_{Combine\ Old\ 1,2} = CF_1 + CF_2 * (1 - CF_1)$
 $= 0,24 + 0,24 * (1 - 0,24)$
 $CF_{Old\ 1} = 0,6048$

B. $CF_{Combine\ Old\ 1,3} = CF_1 + CF_3 * (1 - CF_1)$

$= 0,6048 + 0,48 * (1 - 0,6048)$
 $CF_{Old\ 2} = 0,731264$

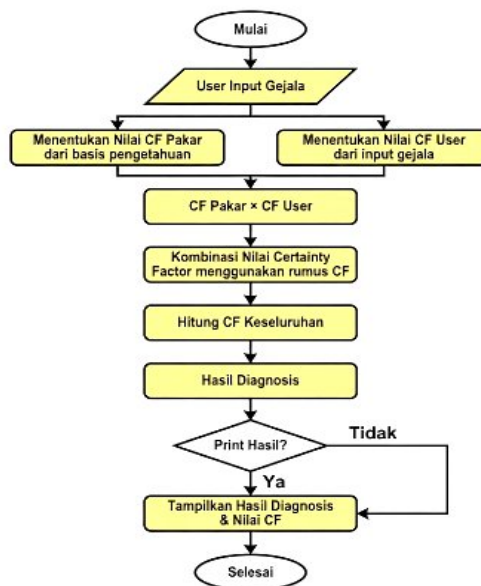
C. $CF_{Combine\ Old\ 2,4} = CF_2 + CF_4 * (1 - CF_2)$
 $= 0,731264 + 0,04 * (1 - 0,731264)$
 $CF_{Old\ 3} = 0,741813$

D. $CF_{Combine\ Old\ 3,5} = CF_3 + CF_5 * (1 - CF_3)$
 $= 0,741813 + 0,36 * (1 - 0,741813)$
 $CF_{Old\ 4} = 0,83516$

Berdasarkan hasil perhitungn manual *certainty-factor* yang telah dilakukan maka di dapatkan hasil tingkat kepercayaan terhadap Gerd berdasarkan CF Pakar yang sudah diperoleh dari pakar dan CF User yang diasumsikan, maka dapat diketahui akurasi atau nilai kepercayaan terhadap Gerd akut adalah 0,964541 atau jika diubah ke dalam persentase yaitu 96% Interpretasi = Pasti. Gerd kronis adalah 0,83516 atau jika diubah ke dalam persentase yaitu 87% Interpretasi = Hampir pasti.

3.3. Implementasi Sistem.

Penelitian ini mengimplementasikan metode *Certainty Factor* pada sistem pakar diagnosis Gerd untuk mengukur tingkat keyakinan pakar terhadap hasil keluaran sistem. Alur kerja penelitian yang sistematis digunakan untuk menghasilkan nilai akurasi diagnosis yang valid, dengan tahapan sebagai berikut.



Gambar 2. Flowchart Sistem Diagnosis

Setelah semua tahap perancangan telah selesai dibuat maka, tahap selanjutnya adalah menerapkan rancangan yang telah dibuat ke dalam sebuah Bahasa pemrograman. Saat mengakses fitur diagnosa, pengguna akan diarahkan ke halaman khusus untuk memilih gejala yang dirasakan. Berikut adalah halaman memlih gejala oleh user dapat dilihat pada gambar berikut.

Diagnosa Penyakit

Perhatian!
Silahkan memilih gejala sesuai dengan kondisi anda, anda dapat memilih kepastian kondisi anda dari pasti tidak sampai pasti ya, jika sudah tekan tombol proses (G) di bawah untuk melihat hasil.

No	Kode	Gejala	Pilih Kondisi
1	G001	Rasa panas di bagian dada	Pilih jika sesuai
2	G002	Rasa asam di mulut	Pilih jika sesuai
3	G003	Rasa terbakar di ulu hati	Pilih jika sesuai
4	G004	Rasa terbakar pada tenggorokan	Pilih jika sesuai
5	G005	Penurunan pada berat badan	Pilih jika sesuai
6	G006	Mual	Pilih jika sesuai
7	G007	Muntah	Pilih jika sesuai
8	G008	Sakit ketika menelan	Pilih jika sesuai
9	G009	Suara serak	Pilih jika sesuai
10	G010	Otot perut kejang	Pilih jika sesuai


Gambar 3. Halaman Diagnosa

Proses komputasi akan dimulai ketika pengguna menekan ikon diagnosa, yang kemudian akan menampilkan kesimpulan diagnosis. Hasil tersebut tidak hanya menyajikan tingkat akurasi kepastian, tetapi juga menyertakan informasi detail dan rekomendasi saran bagi pengguna. Tampilan halaman diagnosa tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.

Hasil Diagnosa Cetak

No	Kode	Gejala yang dialami (keluhan)	Pilihan
1	G001	Rasa panas di bagian dada	Kemungkinan besar ya
2	G002	Rasa asam di mulut	Kemungkinan besar ya
3	G003	Rasa terbakar di ulu hati	Kemungkinan besar ya
4	G004	Rasa terbakar pada tenggorokan	Mungkin ya
5	G005	Penurunan pada berat badan	Mungkin ya

Hasil Diagnosa
Jenis penyakit yang diderita adalah
GERD Akut / 0.93 % (0.9265)



Detail
Penyakit asam lambung atau gastroesophageal reflux disease (GERD) adalah munculnya rasa terbakar di dada akibat asam lambung naik ke kerongkongan. Gejala penyakit asam lambung muncul minimal 2 kali dalam seminggu. Asam lambung naik atau penyakit asam lambung bisa dialami oleh orang dewasa maupun anak-anak. Gejala penyakit ini sering diduga sebagai serangan jantung atau penyakit jantung koroner, karena gejalanya yang hampir mirip dengan nyeri dada. Walaupun tidak mematikan seperti serangan jan

Saran
Berikan obat antasida (jika berbentuk tablet kunyah) bisa dikonsumsi 1-2 tablet, 3-4 kali sehari. Jika berbentuk suspensi, bisa dikonsumsi 1-2 sendok takar, 3-4 kali sehari. Untuk dosis anak kecil berumur 12 tahun ke bawah harap melakukan konsultasi terlebih dahulu ke dokter, jika belum terjadi perubahan harap segera konsultasi kepada dokter.

Gambar 4. Halaman Hasil Diagnosa

Selanjutnya yaitu halaman riwayat berisikan hasil diagnosa yang dilakukan oleh user yang menggunakan sistem pakar ini sebelumnya dengan menampilkan tanggal melakukan diagnosa, hasil keakuratan nilai, penyakit yang didiagnosa, dapat melihat detail, serta terdapat grafik yang menunjukkan presentase user dalam menggunakan sistem ini. Halaman riwayat dapat dilihat pada gambar berikut.

Riwayat Konsultasi

No	Tanggal	Penyakit	Nilai CF	Aksi
1	2021-11-17 13:57:38	GERD Akut	0.9946	Detail
2	2021-11-17 14:08:08	GERD Akut	0.9285	Detail
3	2021-11-17 14:09:35	GERD Kronis	0.6430	Detail
4	2021-11-17 14:11:05	GERD Kronis	0.7823	Detail
5	2021-11-17 14:11:26	GERD Kronis	0.8167	Detail
6	2021-11-17 14:12:02	GERD Akut	0.8165	Detail



93% GERD Kronis
7% GERD Akut

Gambar 5. Halaman Riwayat

3.4. Uji Akurasi

Untuk membuat hasil uji pakar, dilakukan melalui uji akurasi dimana proses ini membandingkan hasil diagnosis yang dikeluarkan oleh sistem dengan diagnosis yang diberikan oleh dokter/pakar secara manual. Berikut adalah penyajian data hasil uji pakar dalam format tabel dan analisis yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 7. Perbandingan Diagnosis Pakar vs Sistem

Nama Pasien	Gejala Utama	Diagnosis Pakar	Diagnosis Sistem	Nilai CF	Status
Pasien 1	G001, G002, G003	GERD Akut	GERD Akut	0.9265	Sesuai
Pasien 2	G006, G007, G010	GERD Akut	GERD Akut	0.8167	Sesuai
Pasien 3	G003, G008, G009	GERD Kronis	GERD Kronis	0.7823	Sesuai
Pasien 4	G001, G005	GERD Kronis	GERD Akut	0.6430	Tidak Sesuai
... dst
Pasien 15	G002, G003, G004	GERD Akut	GERD Akut	0.9165	Sesuai

Setelah mendapatkan data perbandingan, Anda perlu menghitung persentase akurasinya menggunakan rumus berikut.

$$Akurasi = \left(\frac{\text{Jumlah Diagnosa sesuai}}{\text{Total data uji}} \right) \times 100\% \quad (3)$$

Perhitungan:

$$Akurasi = \left(\frac{14}{15} \right) \times 100\% = 93,33\%$$

Berdasarkan hasil pengujian validasi yang melibatkan pakar, dilakukan perbandingan terhadap 15 data uji dimana bahwa jumlah data uji dalam penelitian ini terbatas pada 15 pasien. Sistem pakar diagnosis Gerd ini menunjukkan tingkat keselarasan yang sangat baik dengan diagnosis manual pakar. Dari total pengujian tersebut, sistem berhasil mengidentifikasi penyakit secara tepat pada 14 kasus, sehingga menghasilkan nilai akurasi sebesar 93,33%. Hal ini menunjukkan bahwa metode Certainty Factor yang diimplementasikan layak dan akurat untuk membantu proses diagnosis awal penyakit Gerd.

3.5. Matriks Konfusi Dan Evaluasi Kinerja

Untuk memperkuat evaluasi kuantitatif, dilakukan analisis menggunakan matriks konfusi (confusion matrix) berdasarkan hasil pengujian terhadap 15 data uji. Dari 15 kasus tersebut, 8 kasus merupakan GERD Akut dan 7 kasus merupakan GERD Kronis. Sistem berhasil mengklasifikasikan seluruh 8 kasus GERD Akut secara tepat (True Positive = 8, False Negative = 0), serta 6 dari 7 kasus GERD Kronis (True Negative = 6, False Positive = 1). Matriks konfusi disajikan pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Matriks Konfusi Sistem Pakar Diagnosis GERD

Aktual / Prediksi	Pred. GERD Akut	Pred. GERD Kronis
Aktual GERD Akut	8 (TP)	0 (FN)
Aktual GERD Kronis	1 (FP)	6 (TN)

Berdasarkan matriks konfusi tersebut, metrik kinerja sistem dapat dihitung sebagai berikut. Untuk kelas GERD Akut: Presisi = $TP/(TP+FP) = 8/9 = 88,89\%$; Recall = $TP/(TP+FN) = 8/8 = 100\%$; F1-Score = $94,12\%$. Untuk kelas GERD Kronis: Presisi = $TN/(TN+FN) = 6/6 = 100\%$; Recall = $TN/(TN+FP) = 6/7 = 85,71\%$; F1-Score = $92,31\%$. Nilai akurasi keseluruhan adalah $93,33\%$. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem memiliki kemampuan deteksi GERD Akut yang sangat tinggi (recall 100%), dengan satu kesalahan klasifikasi pada kasus GERD Kronis yang gejalanya tumpang tindih dengan GERD Akut.

3.6. Evaluasi Kegunaan Sistem

Evaluasi kegunaan (usability) sistem berbasis web dilakukan untuk memastikan bahwa antarmuka yang dikembangkan mudah diakses oleh masyarakat umum, termasuk pengguna non-medis. Pengujian dilakukan terhadap 10 responden yang merepresentasikan pengguna umum dengan latar belakang pendidikan dan usia yang beragam. Responden diminta untuk menjalankan skenario diagnosis mandiri menggunakan sistem dan kemudian mengisi kuesioner System Usability Scale (SUS). Hasil evaluasi menunjukkan rata-rata skor SUS sebesar 78,5 (dari skala 0-100), yang berada dalam kategori "Good" berdasarkan interpretasi standar SUS. Responden secara umum menyatakan bahwa alur pemilihan gejala, tampilan hasil diagnosis, serta rekomendasi penanganan mudah dipahami. Temuan ini mengkonfirmasi bahwa sistem pakar berbasis web yang dikembangkan layak digunakan sebagai instrumen skrining mandiri oleh masyarakat luas.

3.7. Keterbatasan Sistem

Meskipun sistem pakar ini menunjukkan kinerja yang menjanjikan, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diakui. Pertama, sistem saat ini sepenuhnya mengandalkan masukan berbasis gejala yang dilaporkan secara mandiri oleh pengguna, tanpa mempertimbangkan riwayat medis pasien (seperti riwayat penyakit terdahulu, konsumsi obat, atau faktor

gaya hidup) maupun data objektif dari pemeriksaan laboratorium atau endoskopi. Keterbatasan ini dapat memengaruhi akurasi diagnostik, terutama pada kasus-kasus dengan presentasi gejala yang atipikal atau tumpang tindih. Kedua, basis pengetahuan saat ini hanya mencakup dua subkategori GERD (akut dan kronis) dan belum mempertimbangkan kemungkinan kondisi komorbid yang memiliki gejala serupa, seperti dispepsia fungsional atau esofagitis non-erosif. Ketiga, keterlibatan satu orang pakar dalam proses akuisisi pengetahuan, meskipun telah divalidasi dengan literatur, dapat membatasi keluasan perspektif klinis yang terepresentasikan dalam basis pengetahuan. Oleh karena itu, hasil sistem ini sebaiknya digunakan sebagai sarana penunjang keputusan awal dan bukan pengganti konsultasi medis profesional.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem pakar untuk mendiagnosis GERD ini telah menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam memproses data gejala menjadi hasil diagnostik yang akurat. Penggunaan metode Faktor Kepastian terbukti efektif dalam mengatasi ketidakpastian klinis melalui perhitungan bobot kepercayaan dari ahli dan pengguna. Perlu juga diakui bahwa jumlah data uji dalam penelitian ini terbatas pada 15 pasien, dimana sistem berhasil mencapai akurasi $93,33\%$, dengan presisi $88,89\%$ dan recall 100% untuk kelas GERD Akut, serta presisi 100% dan recall $85,71\%$ untuk kelas GERD Kronis. Evaluasi kegunaan menggunakan SUS menghasilkan skor 78,5 yang tergolong kategori Good, mengkonfirmasi aksesibilitas sistem bagi pengguna umum. Satu kasus ketidaksesuaian disebabkan oleh subjektivitas penilaian gejala pengguna dan tumpang tindih gejala antara GERD Akut dan Kronis. Keterbatasan utama sistem mencakup ketergantungan pada masukan gejala mandiri tanpa mempertimbangkan riwayat medis atau data laboratorium, serta cakupan yang terbatas pada dua kategori GERD. Secara keseluruhan, sistem ini memberikan transparansi hasil melalui nilai persentase kepercayaan, informasi detail penyakit, dan rekomendasi penanganan yang relevan bagi pengguna.

Untuk pengembangan sistem pakar ini di masa mendatang, beberapa area perlu ditingkatkan untuk meningkatkan fungsionalitas dan cakupannya. Pertama, pengintegrasian teknik pembelajaran mesin (machine learning), seperti Random Forest atau Neural Network, dapat dikombinasikan dengan metode Certainty Factor untuk meningkatkan kemampuan adaptif sistem terhadap data klinis baru. Kedua, perluasan cakupan penyakit perlu dilakukan dengan menambahkan kategori gangguan pencernaan lain yang memiliki gejala serupa, seperti dispepsia dan gastritis, untuk meningkatkan daya guna sistem secara lebih komprehensif. Ketiga, validasi sistem dalam pengaturan klinis nyata (real-world clinical setting) melalui uji coba di fasilitas kesehatan tingkat pertama sangat dianjurkan, guna memperoleh data kinerja yang lebih representatif dan memperkuat generalisasi hasil. Keempat, perlu dilakukan pelibatan lebih dari satu pakar medis dalam proses akuisisi pengetahuan berikutnya untuk memperkaya perspektif

klinis dan meningkatkan objektivitas nilai CF. Selain itu, penambahan data uji secara berkala dan integrasi dengan fitur lokasi fasilitas kesehatan terdekat dapat menjadi inovasi tambahan yang meningkatkan nilai praktis sistem bagi pengguna.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Sembiring, I. M. Sarkis, and S. Sitepu, "Expert System for GERD Diagnosis Based on Fuzzy Logic at," *J. Intell. Comput. Inf. Syst.*, pp. 42–52, 2025.
- [2] J. Li *et al.*, "Acupuncture therapy for atrophic gastritis with upper gastrointestinal symptoms: A systematic review and network meta-analysis," *Eur. J. Integr. Med.*, vol. 80, no. October, 2025, doi: 10.1016/j.eujim.2025.102572.
- [3] J. Cable *et al.*, "Gatherings in Esophagology: Innovations and Future Directions in the Diagnosis and Management of Reflux Disease," *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, vol. 1557, no. 1, 2026, doi: 10.1111/nyas.70225.
- [4] A. Maulia and B. A. Kusuma, "Rule-Based Expert System for Personalized GERD Food Recommendations Using Forward Chaining and Certainty Factor in Indonesia," vol. 7, no. 2, pp. 1468–1482, 2026.
- [5] Ismail Ismail, Herikah Herikah, and Windah Vedina, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Anak Menggunakan Metode Certainty Factor," *J. Ilm. Sist. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 3, pp. 707–722, 2025, doi: 10.55606/juisik.v5i3.1750.
- [6] X. Yan *et al.*, "Health economics evaluation of diagnostic strategies for gastro-oesophageal reflux disease with reflux symptoms in China: A modelling study," *BMJ Open*, vol. 15, no. 5, pp. 1–8, 2025, doi: 10.1136/bmjopen-2024-093108.
- [7] E. Roth *et al.*, "Gastroesophageal reflux disease is associated with a more severe interstitial lung disease in systemic sclerosis in the EUSTAR cohort," *Rheumatology*, vol. 64, no. SI, pp. SI63–SI72, 2025, doi: 10.1093/rheumatology/keaf016.
- [8] M. Dahlia Sinaga and A. Annurullah Fajrin, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Asam Lambung Pada Orang Dewasa Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web," *J. Comasie*, vol. 07 (07), pp. 27–29, 2022.
- [9] V. A. Laita, D. M. Efendi, and N. Ngajiyanto, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pencernaan pada Manusia Menggunakan Metode Certainty Factor," *MDP Student Conf.*, vol. 4, no. 1, pp. 384–391, 2025, doi: 10.35957/mdp-sc.v4i1.11199.
- [10] D. W. Nugraha, "Menggunakan Metode Case Based Reasoning Berbasis Web," vol. 5, no. 1, pp. 260–266, 2020.
- [11] P. Dewantika, A. P. Lubis, and P. Putri, "Penerapan Teknik Forward Chaining dan Certainty Factor Untuk Mendeteksi Penyakit Gastroesophageal Reflux Disease (GERD)," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 3, no. 4, pp. 696–703, 2022, doi: 10.47065/bits.v3i4.1439.
- [12] A. R. Pamungkas, R. Purwahana, and M. P. Praja, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Lambung Dengan Metode Certainty Factor," *Go Infotech J. Ilm. STMIK AUB*, vol. 29, no. 1, pp. 94–103, 2023, doi: 10.36309/goi.v29i1.207.
- [13] R. Bayu Sentosa and Y. Maisyah Putra, "Implementasi Sistem Pakar Dalam Mendiagnosa Penyakit Kepiting Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web," *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 12, no. 4, pp. 47–53, 2022, doi: 10.55537/cosie.v1i1.101.
- [14] F. D. Aini, A. Peryanto, C. Fadhilah, and D. Aini, "Expert System For Diagnosis Of Gerd Disease Forward Chaining Methods," *J. Adv. Heal. Informatics Res.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2025, doi: 10.59247/jahir.v3i1.332.
- [15] A. E. Pangestu, Y. F. Sukmana, and Z. D. Ramadhany, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Lambung," vol. 05, no. 02, pp. 415–423, 2024.
- [16] J. Homepage, E. Ismaredah, and A. Maulana Sidiq, "MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science Implementation of MERN Stack Technology in an Expert System for Early Diagnosis of Stomach Diseases Using the Naive Bayes Method Implementasi Teknologi MERN Stack pada Sistem Pakar Diagnosis Awal Penyakit Lambung Menggunakan Metode Naive Bayes," vol. 5, no. October, pp. 1559–1569, 2025.
- [17] H. A. Febriani, D. P. Wijaya, A. Pramuntadi, and W. D. Prastowo, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Lambung Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 4, pp. 1290–1300, 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i4.1402.
- [18] F. D. Yanti, H. Khair, K. Annatasia, and B. Sitepu, "Expert System for Diagnosing Gastric Diseases with the Application of the Fuzzy Logic Sugeno Method (Case Study : Delia General Hospital)," vol. 5, no. 1, pp. 2–7, 2025.