

**SISTEM PAKAR DETEKSI PENYAKIT LAMBUNG  
MENGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING DAN  
CERTAINTY FACTOR BERBASIS WEBSITE****Henry Chris Ravindra<sup>1</sup>, Wiji Setiyaningsih<sup>2</sup>, Gaguk Susanto<sup>3</sup>**Sistem Informasi, Universitas PGRI Kanjuruhan Malang, Indonesia <sup>1,2,3</sup>henrychravravindra2@gmail.com<sup>1</sup>, wiji@unikama.ac.id<sup>2</sup>, gaguk.susanto@unikama.ac.id<sup>3</sup>

**Abstract.** Due to their increasingly contemporary lives, stomach ailments are widespread digestive problems among Indonesians and are frequently not well addressed. The WHO reports that the incidence of dyspepsia ranges from 7% to 45% in Indonesia, while the prevalence of gastritis is 40.8%. With 4,218 instances of gastritis and 4,637 cases of dyspepsia, Malang City was ranked among the top 10 cities for stomach illness cases in 2023 by the Malang City Statistics Agency and the Malang City Health Office. Over the past three years, 20% of patients had heart illness, 25% had diabetes, and 40% had gastrointestinal issues. The symptoms of stomach sickness often resemble those of other illnesses, such as appendicitis, which makes treatment difficult. Delays in illness management are also caused by restricted access to healthcare providers and financial limitations while seeking treatment. The goal of this research is to create an Early Detection System for Stomach ailments Using Forward Chaining and Certainty Factor that may help patients with their initial diagnosis and early detection of stomach ailments. Utilizing MySQL as the database and PHP as the programming language, this system was created utilizing a waterfall approach methodology. Ten different stomach disorders may be diagnosed using the system's data, along with a percentage of confidence. The outcomes of user acceptability testing scored 81.03%, and the outcomes of black box testing were consistent with the requirements analysis and system design.

**Keywords:** *Expert System, Stomach Disease, Forward Chaining, Certainty Factor*

**PENDAHULUAN**

Di antara penyakit yang semakin umum terjadi akibat perubahan gaya hidup modern adalah masalah pencernaan, terutama penyakit perut. Peningkatan risiko penyakit saluran pencernaan, yang dapat menimbulkan dampak besar jika tidak ditangani dengan benar, sebagian besar disebabkan oleh kebiasaan makan yang tidak teratur, tingkat stres yang tinggi, dan kurangnya pengetahuan tentang pentingnya kesehatan Data dari (Andari et al., 2023) menunjukkan bahwa prevalensi *gastritis* di Indonesia mencapai 40.8%, sedangkan prevalensi *dispepsia* berkisar antara 7% hingga 45% (Amrun & Desi, 2024).

Data Dinas Kesehatan Kota Tasikmalaya mencatat sebanyak 3.790 kasus gastritis dan 5.737 kasus dispepsia pada tahun 2021 (Dinas Kesehatan Kota Tasikmalaya, 2023). Selain itu, Dinas Kesehatan Kota Malang juga mencatat 4.218 kasus *gastritis* dan 4.637 kasus *dispepsia* pada tahun 2023 (Badan Statistik Kota Malang & Dinas Kesehatan Kota Malang, 2024). Temuan ini menunjukkan bahwa penyakit perut masih merupakan masalah kesehatan yang perlu ditangani secara serius.

Temuan dari percakapan dengan seorang dokter penyakit dalam di Rumah Sakit Bala Keselamatan Bokor Distrik Turen. menunjukkan bahwa penyakit lambung memiliki gejala yang hampir mirip dengan penyakit lain, seperti *dispepsia* fungsional dan *gastroesophageal reflux disease* (GERD). Kondisi ini menyebabkan kesulitan dalam melakukan diagnosis secara mandiri oleh masyarakat. Selain itu, hasil observasi di Klinik Dokter Iqbal menunjukkan sekitar 40% pasien mengalami penyakit lambung, yang sebagian datang dalam kondisi yang kronis akibat keterlambatan pemeriksaan.

Permasalahan lainnya adalah rendahnya kesadaran masyarakat untuk melakukan pemeriksaan dini karena rasa takut terhadap diagnosis penyakit yang lebih serius serta keterbatasan akses terhadap fasilitas kesehatan. Hal ini mengakibatkan keterlambatan pengobatan, yang dapat memperburuk kondisi pasien. Untuk membantu masyarakat dalam mengidentifikasi tanda-tanda penyakit gastrointestinal secara cepat dan tepat, diperlukan sistem deteksi dini. Salah satu alat yang dapat membantu dalam proses mendiagnosis penyakit adalah sistem pakar.

Sistem pakar dengan tingkat akurasi tinggi dihasilkan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *forward chaining* dan *certainty factor*. Terdapat penelitian yang tersedia. (Rabbani et al., 2023) Persentase akurasi penelitian "Sistem Pakar untuk Diagnosis Dini Jantung Menggunakan Metode *Forward Chaining* dan Faktor Kepastian Berbasis Situs Web" adalah 90%. Selain itu, ada penelitian tentang (Rojun et al., 2023) Akurasi studi, "Sistem Pakar untuk Mendiagnosis Penyakit Kulit Menular pada Manusia Menggunakan Metode Rantai Maju dan Faktor Kepastian," adalah 84,85%.

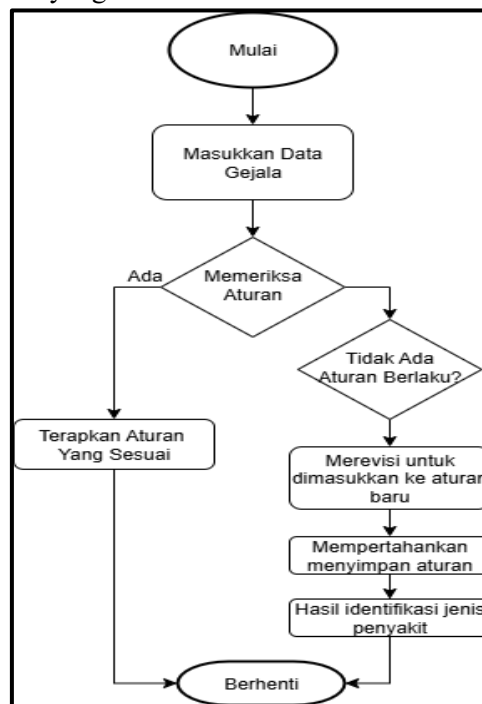
Proyek ini bertujuan untuk membuat sistem pakar berbasis web untuk deteksi penyakit lambung di Rumah Sakit Bala Keselamatan Bokor dengan memanfaatkan Metode Rantai Maju dan Faktor Kepastian berdasarkan masalah dan referensi penelitian sebelumnya.

**METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *forward chaining* dan *certainty factor* dengan menggunakan pendekatan model *waterfall*.

**a) Metode *Forward Chaining***

*Forward chaining* adalah teknik pelacakan pencarian yang berorientasi ke masa depan yang dimulai dengan data yang sudah ada dan mengintegrasikannya ke dalam aturan untuk mencapai suatu tujuan atau kesimpulan. (Putri & Islam, 2024). Hasil kesimpulan ini dapat digunakan untuk mencapai suatu tujuan untuk pembuatan sistem atau algoritma sebagai basis aturan yang digunakan dari data yang sudah ada.



Gambar 1. Flowchart Cara Kerja *Forward Chaining*

Dari Gambar 1 *flowchart* cara kerja *forward chaining* dapat dilihat apabila mulai dengan alur kerja *forward chaining* ini dengan memasukkan data gejala yang berupa dari gejala penyakit lambung, kemudian proses ini akan ditentukan dengan basis aturan (*rule*) yang dapat dijadikan alur jika gejala penyakit ini adalah dari jenis penyakit lambung maka dapat diterapkan aturan yang berlaku, jika tidak ada aturan yang berlaku maka akan merevisi untuk dimasukkan ke aturan baru dan mempertahankan untuk menyimpan aturan baru. Hal ini dapat menjadikan sebagai panduan atau gambaran ketika pembuatan basis aturan untuk menentukan jenis penyakit lambung.

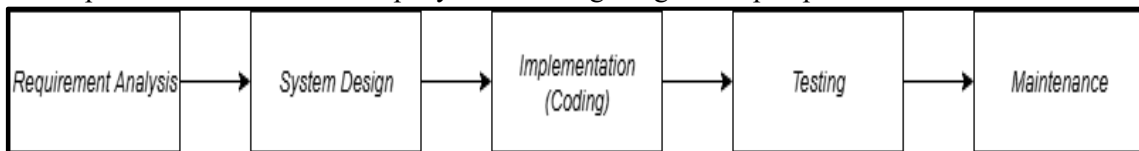
**b) Metode Certainty Factor**

*Certainty factor* adalah faktor kepastian untuk menunjukkan apakah suatu fakta itu pasti atau tidak pasti dalam bentuk metrik (Zalukhu et al., 2023). Metode ini tidak hanya digunakan untuk mengetahui dari suatu hasil tetapi dapat menjadikan indikasi suatu akurasi dari suatu kesimpulan yang diberikan. Berdasarkan Afdhal & Rita (2022) untuk menghitung *certainty factor* dapat dilihat pada Rumus 1 (1).

$$CF(H, E) = CF_{\text{pengguna}}(E) \times CF_{\text{pakar}}(E) \tag{1}$$

**c) Pendekatan Model Waterfall**

Peneliti menggunakan pendekatan model *waterfall* sebagai langkah-langkah atau aturan dalam pembuatan sistem deteksi penyakit lambung dengan tahapan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Model *Waterfall* (Ramadhan et al., 2023)

Proses tahapan model *waterfall* meliputi:

**1. Requirement Analysis (Analisis Kebutuhan)**

Tahap analisis kebutuhan ini, penulis melakukan observasi pada Rumah Sakit Bala Keselamatan Bokor dan melakukan wawancara dengan dokter Andi Purwanto mengenai permasalahan yang dialami rumah sakit, kebutuhan fungsional yang diperlukan dalam sistem, dan kebutuhan non fungsional untuk membangun sistem. Seterusnya, penulis melakukan pengambilan data mengenai kasus penyakit lambung dan studi literatur yang terkait dengan topik yang relevan terhadap data gejala penyakit lambung.

**2. System Design (Pemodelan Sistem)**

Diagram kasus penggunaan, diagram aktivitas, diagram urutan, dan diagram kelas semuanya merupakan bagian dari UML (Unified Modelling Language) yang digunakan dalam tahap pemodelan sistem pada studi ini. Hal ini memungkinkan desain untuk memberikan gambaran umum dan berfungsi sebagai referensi saat membangun sistem sesuai dengan persyaratan.

**3. Implementation (Implementasi)**

Tahap implementasi dalam penelitian ini, pembuatan pemrograman sistem yang akan dibuat setelah melakukan pemodelan sistem. Implementasi ini mencakup dengan bahasa pemrograman PHP yang menggunakan Sublime Text dan *database* MySQL sebagai pembuatan tampilan halaman sistem.

**4. Testing (Pengujian)**

Setelah pengembangan sistem selesai, langkah pengujian sistem bertujuan untuk memastikan apakah fungsionalitas sistem beroperasi sesuai yang diharapkan. Akibatnya, pengujian black box digunakan untuk pengujian ini. Ini mungkin mencakup menemukan kesalahan, cacat, atau masalah lainnya. Pengujian black box dapat menemukan

kekurangan atau masalah dalam sistem. Pengujian Penerimaan Pengguna (User Acceptance Testing/UAT) dilakukan selanjutnya

**5. Maintenance (Pemeliharaan)**

Tahap pemeliharaan diterapkan dan juga diuji kelayakannya. Jika aplikasi sesuai, maka siap dioperasikan kepada pengguna.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Requirement Analysis (Analisis Kebutuhan)**

Pada tahap ini, peneliti membagi menjadi beberapa tahapan atau urutan diantaranya sebagai berikut;

**a. Kebutuhan Fungsional Dan Kebutuhan Non Fungsional Sistem**

Tabel 1 dan 2 menunjukkan bagaimana kriteria fungsional dan non-fungsional sistem diimplementasikan untuk menghasilkan gambaran atau representasi dari proses yang mungkin dilakukan oleh sistem tersebut.

**Tabel 1. Kebutuhan Fungsional Sistem**

No	Kebutuhan Fungsional	Keterangan
1	Buat Akun (Registrasi Akun)	Pengguna (pasien) dapat melakukan buat akun yang berisi biodata diri yang harus di isi kemudian untuk disimpan ke dalam sistem.
2	<i>Login</i>	Admin, dokter, dan pasien dapat melakukan <i>login</i> dengan memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> masing-masing untuk melakukan akses ke dalam sistem.
3	<i>Setup</i> Data Pengguna	Admin dapat melihat, menambah, mengedit dan menghapus <i>setup</i> data pengguna (pasien).
4	<i>Setup</i> Data Penyakit	Admin dan dokter dapat melihat, menambah, mengedit, serta menghapus <i>setup</i> data penyakit.
5	<i>Setup</i> Data Gejala	Admin dan dokter dapat melihat, menambah, mengedit, dan menghapus <i>setup</i> data gejala.
6	Seting Data <i>Rule</i> (Aturan)	Admin dan dokter dapat melihat, mengedit, dan menghapus seting data <i>rule</i> (aturan).
7	Seting <i>Detail Rule</i>	Admin dan dokter dapat memilih <i>rule</i> penyakit, melihat, mengedit, dan menghapus seting <i>detail rule</i> .
8	Seting Bobot CF	Admin dan dokter dapat melihat, menambah, mengedit, dan menghapus seting bobot CF.
9	<i>Detail</i> Konsultasi	Admin dan dokter hanya dapat melihat dan menghapus <i>detail</i> konsultasi.
10	Konsultasi Deteksi Dini Penyakit Lambung	a. Pengguna (pasien) dapat melakukan konsultasi untuk mengetahui jenis penyakit lambung. b. Admin dan dokter dapat melihat dan menghapus data konsultasi.
11	<i>Logout</i>	Admin, dokter, dan pengguna (pasien) dapat melakukan keluar ( <i>logout</i> ) dari sistem ketika selesai menggunakan pada sistem.

**Tabel 2. Kebutuhan Non Fungsional**

No	Nama Kebutuhan	Jenis	Deskripsi
1	Windows 10	<i>Software</i>	Digunakan untuk sistem operasi.
2	Xampp	<i>Software</i>	Digunakan untuk mengaktifkan server lokal PHP, Apache, dan MySQL.
3	Google, Google Chrome, dan lain-lain	<i>Software</i>	Digunakan sebagai web browser
4	<i>Database</i>	<i>Software</i>	MySQL menjadi tempat untuk simpan data sistem.
5	<i>Processor</i>	<i>Hardware</i>	AMD ATHLON SILVER (minimal)
6	RAM ( <i>Random Access Memory</i> )	<i>Hardware</i>	Disarankan untuk melebihi 4 GB

7	SSD Memory Storage Hardware	Disarankan untuk penyimpanan SSD melebihi 256 GB dan supaya dapat memperlancarkan performa lebih cepat.
---	-----------------------------	---

**b. Aktor Yang Terlibat Dalam Sistem**

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi pada Rumah Sakit Bala Keselamatan Bokor terdapat interaksi terhadap sistem dalam penelitian ini dibagi menjadi 3 bagian dengan peran dan hak akses yang masing-masing berbeda yaitu pengguna (pasien), dokter, dan admin.

**Tabel 3. Aktor Dalam Sistem**

No	Aktor	Keterangan Hak Akses
1	Admin	Setup data pengguna (pasien), setup data penyakit, setup data gejala, seting data rule (aturan), seting detail rule, seting bobot CF, melihat hasil konsultasi, dan melihat detail konsultasi.
2	Dokter	Setup data penyakit, setup data gejala, seting data rule (aturan), seting detail rule, seting bobot CF, melihat hasil konsultasi, dan melihat detail konsultasi.
3	Pengguna (Pasien)	Dapat melihat tampilan halaman utama (home), melihat tentang Rumah Sakit Bala Keselamatan Bokor, dapat melakukan konsultasi deteksi dini penyakit lambung yang berbentuk pertanyaan mengenai gejala yang tersedia di dalam sistem untuk menentukan jenis penyakit lambung.

Dari Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa dalam pembuatan sistem ini terdapat tiga aktor yang dapat mengakses sesuai dengan hak aksesnya. Setiap hak akses mempunyai fiturnya masing-masing. Dalam sistem ini aktor pengguna (pasien) dapat mengakses fitur untuk melakukan konsultasi yang berbentuk pertanyaan gejala yang tersedia dalam sistem. Jika admin dan dokter hanya dapat mengisi data data sesuai dengan hak asesnya masing-masing dengan portal yang berbeda.

**c. Pengumpulan Data**

Tujuan pengumpulan data dalam penelitian ini adalah untuk mempelajari lebih lanjut tentang jenis-jenis penyakit gastrointestinal yang umum terjadi serta gejalanya. Selama proses pengumpulan data, informasi diperoleh dari rekam medis dan diskusi dengan para profesional penyakit dalam. Tabel 4 menampilkan temuan penelitian tentang data gejala, dan Tabel 5 menampilkan informasi tentang berbagai bentuk penyakit lambung.

**Tabel 4. Gejala Penyakit Lambung**

Kode	Gejala Penyakit Lambung
GPL1	Perut terasa sensasi panas seluruh bagian perut
GPL2	Mual pada perut
GPL3	Perut cepat merasa kembung
GPL4	Muntah
GPL5	Cegukan berkala
GPL6	Sendawa secara tiba-tiba berlebih meskipun belum kenyang
GPL7	Sering konsumsi minuman beralkohol
GPL8	Perut terasa sakit dan melilit
GPL9	Dada terasa nyeri
GPL10	Muntah darah
GPL11	Dada terasa panas
GPL12	Rasa sakit dan nyeri perut bagian atas
GPL13	Cepat terasa kenyang
GPL14	Nafsu makan menurun drastis
GPL15	Rasa tertekan di bagian tenggorokan
GPL16	Perut terasa begah

GPL17	Lidah tidak terasa pahit atau asam (buat makan tak terasa)
GPL18	Nyeri <i>epigastric</i> (rasa panas atau sakit) bagian tengah perut
GPL19	Setelah makan perut terasa sakit
GPL20	Nafsu makan berkurang
GPL21	Rasa terbakar di daerah ulu hati
GPL22	Timbul <i>heartburn</i> (rasa tertusuk di bagian dada) secara tiba-tiba
GPL23	Keluar keringat dingin
GPL24	Sering buang air liur atau cairan air liur terasa banyak
GPL25	Sering telat makan
GPL26	Sakit di bagian leher ketika makan
GPL27	Badan lemah
GPL28	Sering buang air besar tetapi secara encer atau mencret
GPL29	Demam
GPL30	Badan terasa panas
GPL31	Bagian mulut dan bibir kering
GPL32	Perut terasa tegang atau kaku
GPL33	Cepat terasa haus atau dehidrasi
GPL34	Perut terasa sakit jika dalam keadaan perut kosong
GPL35	Sakit perut yang lama
GPL36	Sakit di leher dan punggung
GPL37	Berat badan menurun
GPL38	Bernafas terasa berat atau sesak
GPL39	Secara tiba-tiba nyeri bagian perut
GPL40	Berak darah
GPL41	Tulang dada sering terasa nyeri dan sakit
GPL42	Kesulitan menelan makanan atau minuman
GPL43	Anemia (kekurangan darah)
GPL44	Lemas
GPL45	Muka Pucat
GPL46	Sakit perut sesudah makan
GPL47	Ada benjolan atau bengkak di bagian perut

**Tabel 5. Jenis Penyakit Lambung**

Kode	Jenis Penyakit Lambung
JPL1	Maag
JPL2	<i>Gastritis</i>
JPL3	<i>Dispepsia</i>
JPL4	<i>Dispepsia</i> Fungsional
JPL5	<i>Gastroparesis</i>
JPL6	<i>Gastroesophageal Reflux Disease</i> (GERD)
JPL7	<i>Gastroenteritis</i>
JPL8	Tukak Lambung
JPL9	Kanker Lambung
JPL10	Tumor Lambung

Data aturan (*rule*) diambil dari data rekam medis rumah sakit, kemudian hasil gejala yang ada menentukan jenis penyakit lambung sesuai dengan gejala, sehingga dalam bentuk aturan (*rule*) yang dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6 Aturan Rule Penyakit**

Penyakit	Deskripsi
Maag (JPL1)	a. IF GPL1 AND GPL2 AND GPL3 AND GPL13 THEN JPL1 b. IF GPL2 AND GPL3 GPL4 AND GPL13 THEN JPL1 c. IF GPL1 AND GPL2 AND GPL3 AND GPL4 AND GPL13 THEN JPL1
<i>Gastritis</i> (JLP2)	a. IF GPL5 AND GPL6 AND GPL7 AND GPL8 AND GPL9 THEN JPL2

	<ul style="list-style-type: none"> <li>b. IF GPL2 AND GPL5 AND GPL6 AND GPL7 AND GPL8 AND GPL9 AND GPL10 THEN JPL2</li> <li>c. IF GPL2 AND GPL6 AND GPL8 AND GPL9 AND GPL10 THEN JPL2</li> <li>d. IF GPL5 AND GPL6 AND GPL8 AND GPL9 AND GPL10 THEN2</li> </ul>
<i>Dispepsia (JPL3)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. IF GPL11 AND GPL12 AND GPL13 AND GPL14 AND GPL15 THEN JPL3</li> <li>b. IF GPL2 AND GPL12 AND GPL14 AND GPL15 THEN JPL3</li> <li>c. IF GPL11 AND GPL12 AND GPL13 AND GPL14 THEN JPL3</li> <li>d. IF GPL2 AND GPL11 AND GPL12 AND GPL13 AND GPL14 AND GPL15 THEN JPL3</li> </ul>
<i>Dispepsia Fungsional (JPL4)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. IF GPL2 AND GPL4 AND GPL8 AND GPL16 THEN JPL4</li> <li>b. IF GPL2 AND GPL4 AND GPL8 AND GPL16 AND GPL17 THEN JPL4</li> </ul>
<i>Gastroparesis (JPL5)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. IF GPL3 AND GPL4 AND GPL18 AND GPL19 THEN JPL5</li> <li>b. IF GPL2 AND GPL18 AND GPL19 AND GPL20 THEN JPL5</li> <li>c. IF GPL2 AND GPL3 AND GPL4 AND GPL18 AND GPL20 THEN JPL5</li> </ul>
<i>Gastroesophageal Reflux Disease (GERD) (JPL6)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. IF GPL2 AND GPL4 AND GPL22 AND GPL25 AND GPL27 THEN JPL6</li> <li>b. IF GPL2 AND GPL22 AND GPL24 AND GPL25 AND GPL26 AND GPL27 THEN JPL6</li> <li>c. IF GPL4 AND GPL21 AND GPL23 AND GPL24 AND GPL25 AND GPL26 AND GPL27 THEN JPL6</li> <li>d. IF GPL2 AND GPL4 AND GPL21 AND GPL22 AND GPL27 THEN JPL6</li> </ul>
<i>Gastroenteritis (JPL7)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. IF GPL2 AND GPL8 AND GPL29 AND GPL31 AND GPL33 THEN JPL7</li> <li>b. IF GPL8 AND GPL28 AND GPL29 AND GPL30 AND GPL31 THEN JPL7</li> <li>c. IF GPL28 AND GPL30 AND GPL31 AND GPL32 AND GPL33 THEN JPL7</li> </ul>
<i>Tukak Lambung (JPL8)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. IF GPL10 AND GPL35 AND GPL36 AND GPL37 AND GPL39 THEN JPL8</li> <li>b. IF GPL34 AND GPL35 AND GPL39 AND GPL40 THEN JPL8</li> <li>c. IF GPL35 AND GPL36 AND GPL37 AND GPL38 AND GPL39 THEN JPL8</li> </ul>
<i>Kanker Lambung (JPL9)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. IF GPL8 AND GPL41 AND GPL42 AND GPL43 AND GPL44 THEN JPL9</li> <li>b. IF GPL8 AND GPL37 AND GPL40 AND GPL41 AND GPL42 AND GPL43 AND GPL44 THEN JPL9</li> </ul>
<i>Tumor Lambung (JPL10)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. IF GPL2 AND GPL8 AND GPL10 AND GPL40 AND GPL45 AND GPL46 THEN JPL10</li> <li>b. IF GPL2 AND GPL8 AND GPL45 AND GPL46 AND GPL47 THEN JPL10</li> </ul>

*Certainty factor* dapat ditentukan berdasarkan Tabel 4 gejala penyakit lambung, Tabel 5 jenis penyakit lambung, dan Tabel 6 aturan (*rule*) penyakit, sehingga dapat diberikan nilai CF berdasarkan nilai kepastian untuk hasil nilai bobot yang diperoleh ketika diagnosis dalam menentukan jenis penyakit lambung. Berdasarkan hasil wawancara dokter spesialis Rumah Sakit Bala Keselamatan Bokor ditentukan nilai *certainty factor* terhadap gejala dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Bobot Nilai *Certainty Factor***

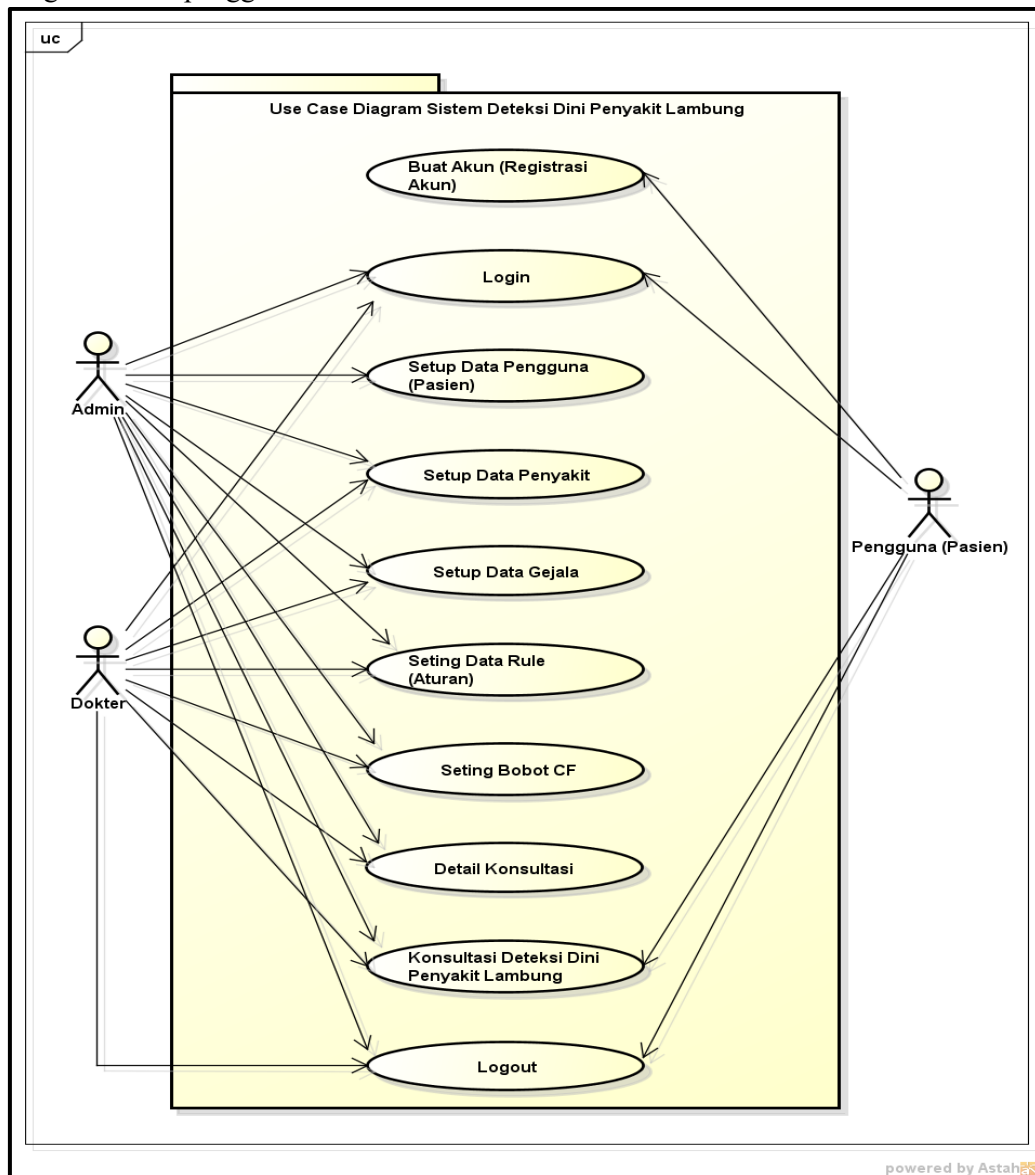
<i>Certainty Factor</i>	Deskripsi
0 (0%)	Tidak Sama Sekali
0,2 (20%)	Tidak Mungkin Terjadi
0,4 (40%)	Mungkin Terjadi
0,6 (60%)	Sedikit Yakin
0,8 (80%)	Cukup Yakin
1,0 (100%)	Sangat Yakin

**2. System Design (Pemodelan Sistem)**

Untuk memberikan contoh pada langkah ini, peneliti menggunakan UML (Unified Modelling Language) untuk membangun model sistem yang mencakup diagram use case, subuse case, activity, sequence, dan class.

**a. Use Case Diagram Utama Sistem**

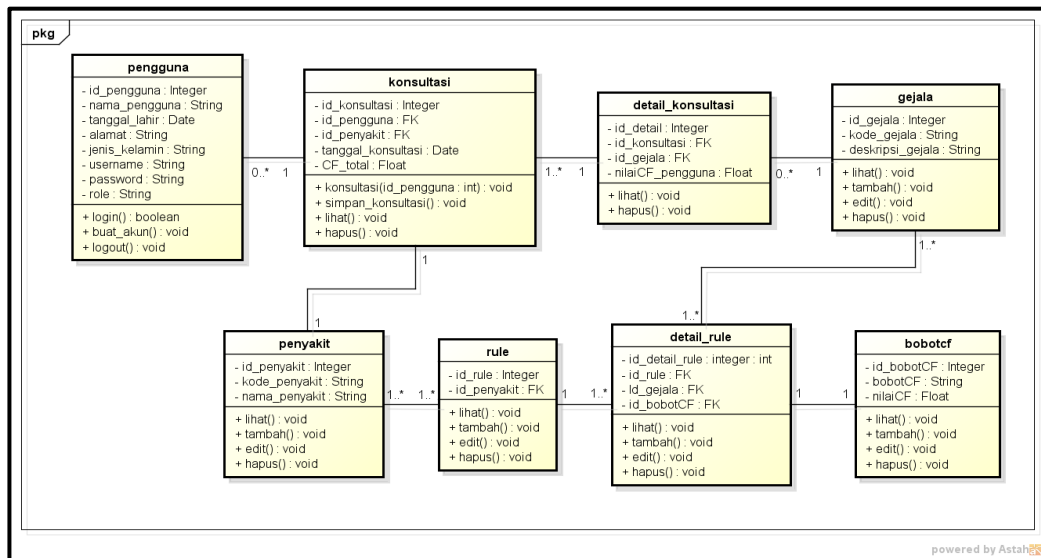
Berdasarkan Tabel 1, diagram kasus penggunaan utama sistem menggambarkan kebutuhan fungsionalnya. Karena terdapat tiga peserta dalam sistem pada kasus penggunaan ini, setiap aktor memiliki hak akses yang berbeda. Gambar 3 menunjukkan diagram kasus penggunaan utama sistem.



**Gambar 3. Use Case Diagram Utama Sistem**

**b. Class Diagram**

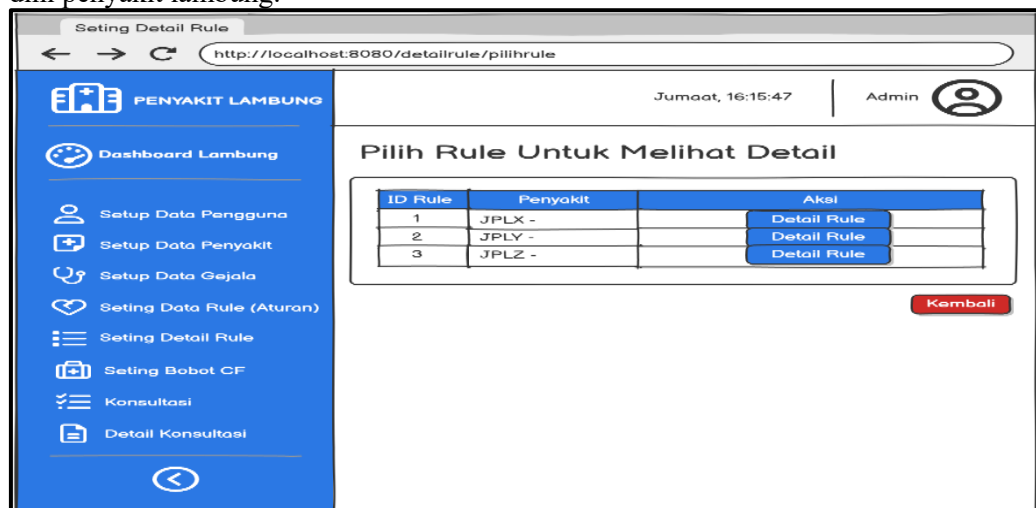
Setiap kelas terdiri dari paket-paket untuk memenuhi persyaratan paket yang akan digunakan, dan diagram kelas terdiri dari diagram kasus penggunaan utama sistem. Kelas untuk pengguna, konsultasi, detail konsultasi, gejala, penyakit, aturan, detail aturan, dan bobot CF semuanya termasuk dalam diagram kelas ini. Gambar 4 menunjukkan diagram kelas tersebut.



Gambar 4. Class Diagram

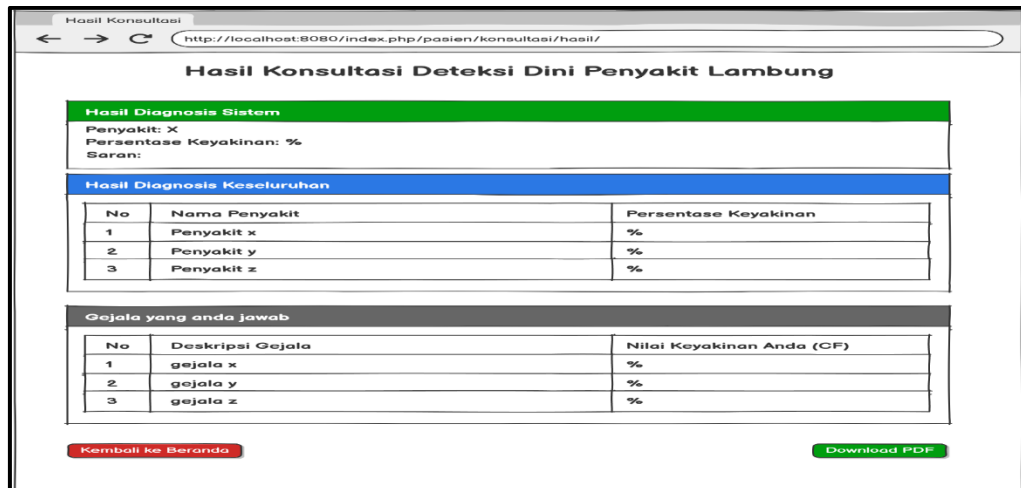
**c. Desain Interface**

Desain *interface* ini terdiri dari desain mentah sebelum proses dalam pemrograman sistem dan dapat menjadikan sebagai acuan dalam pembuatan aplikasi sistem mendeteksi dini penyakit lambung.



Gambar 5. Desain Interface Seting Detail Rule

Tampilan Gambar 5 ini yang mempunyai hak akses yaitu admin dan dokter dapat melihat setiap detail rule dengan memilih rule untuk melihat *detail rule* terlebih dahulu sebelum melakukan tombol tambah, edit, atau hapus data seting *detail rule*. Setelah melakukan seting *detail rule*, sistem akan menyimpan ke dalam *database*.

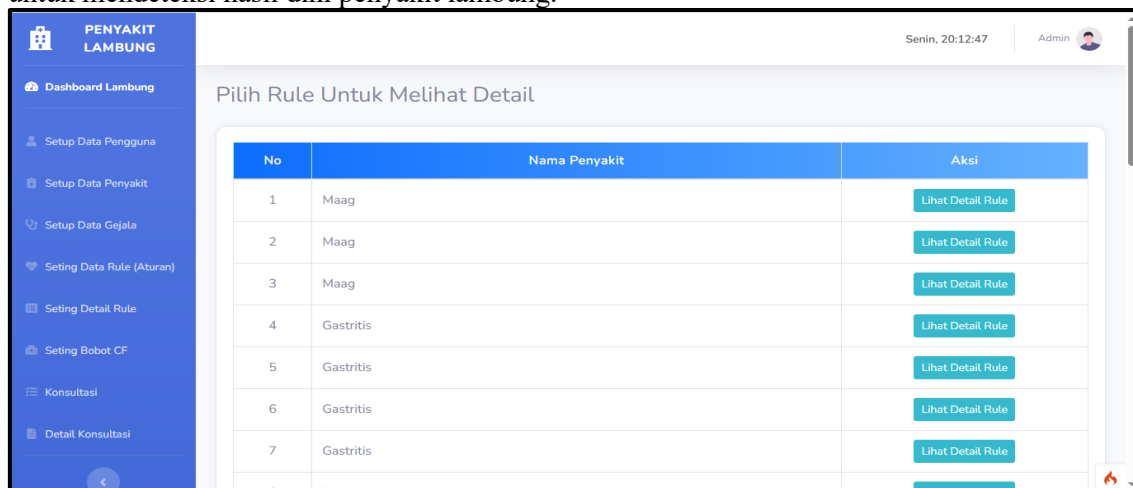


Gambar 6. Desain *Interface* Hasil Konsultasi Deteksi Penyakit Lambung

Tampilan Gambar 6 hak aksesnya adalah pengguna (pasien) dimana pasien dapat mengakses tampilan tersebut setelah melakukan login ke dalam sistem. jika selesai masuk ke dalam sistem maka pengguna (pasien) melakukan konsultasi dengan menjawab pertanyaan mengenai gejala-gejala penyakit lambung. Jika setelah selesai mengisi semua maka ketika menekan tombol kirim akan muncul ke halaman hasil konsultasi deteksi dini penyakit lambung dengan hasil diagnosis sistem dengan ebntuk persentase dan juga pengguna (pasien) dapat mengunduh hasilnya.

### 3. Implementation (implementasi)

Tahap implementasi ini terdiri dari tampilan-tampilan sistem yang berhasil dibuat untuk menjadikan sebagai gambaran yang telah dibuat pada tahap *system design* (pemodelan sistem) menjadi bahasa pemrograman PHP dan *database* MySQL yang digunakan dalam peneliti ini untuk mendeteksi hasil dini penyakit lambung.



Gambar 7. Tampilan Halaman Seting *Detail Rule*

Tampilan Gambar 7 ini admin dan dokter dapat melihat setiap seting *detail rule* dengan memilih *rule* untuk melihat detail terlebih dahulu sebelum melakukan tombol tambah, edit, atau hapus data seting *detail rule*. Setelah melakukan seting detail rule, sistem akan menyimpan dalam *database*. Tampilan ini berupa tampilan yang telah dibuat sesuai dengan portalnya masin masing aktor admin dan dokter mempunyai tampilan yang sama seperti Gambar 7.



**Gambar 8. Tampilan Halaman Hasil Konsultasi Deteksi Penyakit Lambung**

Tampilan Gambar 8 ini yang mempunyai hak akses yaitu pengguna (pasien) setelah pasien telah mengisi pertanyaan konsultasi pada sistem. Jika pengguna (pasien telah mengisi semua pertanyaan dan kirim, maka tampilannya akan memberikan hasil diagnosis sistem yang dapat dilihat pada Gambar 8.

**4. Testing (Pengujian)**

Pengujian kotak hitam digunakan dalam pengujian sistem untuk memastikan setiap fungsi sistem beroperasi sesuai yang diharapkan. Setelah pengujian penerimaan pengguna, peneliti akan mengevaluasi data pelatihan untuk melihat apakah hasil diagnostik sistem sesuai dengan data dari rekam medis. Semua penyakit dapat didiagnosis menggunakan pengujian kotak hitam untuk temuan konsultasi, dan hasil persentase setiap penyakit dapat ditampilkan. Tabel 8 menunjukkan hasil pengujian kotak hitam.

**Tabel 8. Black Box Testing**

No	Fungsional Sistem	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Ket
<b>Hasil Konsultasi</b>					
1	Lihat hasil konsultasi	Setelah melakukan pengisian <i>form</i> konsultasi, kemudian kirim konsultasi untuk melihat hasil konsultasi	Sistem menampilkan hasil konsultasi untuk seluruh penyakit serta persentase dan memberikan hasil diagnosis berdasarkan hasil diagnosis sistem	Sistem berhasil menampilkan semua hasil penyakit serta persentase dan memberikan hasil diagnosis sistem	Sesuai
2	Tombol unduh hasil konsultasi	Tekan <i>download</i> pdf	Sistem akan memberikan hasil konsultasi dalam bentuk dokumen pdf	Sistem berhasil memberikan hasil konsultasi dalam bentuk dokumen pdf	Sesuai
3	Tombol kembali	Tekan tombol kembali ke beranda	Sistem akan menampilkan halaman utama ( <i>home</i> )	Sistem berhasil menampilkan halaman utama ( <i>home</i> )	Sesuai

Untuk mengetahui apakah temuan diagnostik sistem sesuai dengan informasi dari rekam medis, pengujian data pelatihan dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk memastikan apakah sistem dapat memperhitungkan kesalahan dalam diagnosis berbagai jenis penyakit gastrointestinal dan memberikan temuan yang benar. Tabel 9 menampilkan hasil pengujian data pelatihan.

**Tabel 9. Hasil Uji Data Training**

Hasil Diagnosis Data Training	Hasil Diagnosis Sistem	Ket
Pasien 1 (Maag)	Maag	Sesuai
Pasien 2 (Maag)	Maag	Sesuai
Pasien 3 (Maag)	Maag	Sesuai
Pasien 4 ( <i>Gastritis</i> )	<i>Gastritis</i>	Sesuai
Pasien 5 ( <i>Gastritis</i> )	<i>Gastritis</i>	Sesuai
Pasien 6 ( <i>Gastritis</i> )	<i>Gastritis</i>	Sesuai
Pasien 7 ( <i>Gastritis</i> )	<i>Gastritis</i>	Sesuai
Pasien 8 ( <i>Dispepsia</i> )	<i>Dispepsia</i>	Sesuai
Pasien 9 ( <i>Dispepsia</i> )	<i>Dispepsia</i>	Sesuai
Pasien 10 ( <i>Dispepsia</i> )	<i>Dispepsia</i>	Sesuai
Pasien 11 ( <i>Dispepsia</i> )	<i>Dispepsia</i>	Sesuai
Pasien 12 ( <i>Dispepsia</i> Fungsional)	<i>Dispepsia</i> Fungsional	Sesuai
Pasien 13 ( <i>Dispepsia</i> Fungsional)	<i>Dispepsia</i> Fungsional	Sesuai
Pasien 14 ( <i>Dispepsia</i> Fungsional)	<i>Dispepsia</i> Fungsional	Sesuai
Pasien 15 ( <i>Gastroparesis</i> )	<i>Gastroparesis</i>	Sesuai
Pasien 16 ( <i>Gastroparesis</i> )	<i>Gastroparesis</i>	Sesuai
Pasien 17 (GERD)	GERD	Sesuai
Pasien 18 (GERD)	GERD	Sesuai
Pasien 19 (GERD)	GERD	Sesuai
Pasien 20 (GERD)	GERD	Sesuai
Pasien 21 ( <i>Gastroenteritis</i> )	<i>Gastroenteritis</i>	Sesuai
Pasien 22 ( <i>Gastroenteritis</i> )	<i>Gastroenteritis</i>	Sesuai
Pasien 23 ( <i>Gastroenteritis</i> )	<i>Gastroenteritis</i>	Sesuai
Pasien 24 (Tukak Lambung)	Tukak Lambung	Sesuai
Pasien 25 (Tukak Lambung)	Tukak Lambung	Sesuai
Pasien 26 (Tukak Lambung)	Tukak Lambung	Sesuai
Pasien 27 (Kanker Lambung)	Kanker Lambung	Sesuai
Pasien 28 (Kanker Lambung)	Kanker Lambung	Sesuai
Pasien 29 (Tumor Lambung)	Tumor Lambung	Sesuai
Pasien 30 (Tumor Lambung)	Tumor Lambung	Sesuai

Sebagai salah satu contoh untuk perhitungan *forward chaining* dan *certainty factor* yang ada pada data rekam medis untuk pasien 1 dengan keluhan GPL1 (0,8), GPL2 (0,6), GPL3 (0,6), dan GPL13 (0,6). Sedangkan untuk nilai kepastian dokter untuk GPL1 (0,6), GPL2 (0,8), GPL3 (0,6), GPL4 (0,4), dan GPL13 (0,6). Untuk perhitungan rumus 1 (1) dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10. Perhitungan Certainty Factor Untuk Rumus 1**

Gejala	Perhitungan CF	CF(H,E)
GPL1	0.8 * 0.6	0.48
GPL2	0.6 * 0.8	0.48
GPL3	0.6 * 0.6	0.36
GPL4	0.6 * 0.4	0.24
GPL13	0.6 * 0.6	0.36

Setelah mendapatkan nilai setiap CF(H,E) maka langkah selanjutnya menggabungkan GPL1 dan GPL2 terlebih dahulu. Untuk perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

**Perhitungan untuk menggabungkan GPL1 dan GPL2**

$$\begin{aligned}
 \text{GPL1,2} &= 0.48 + 0.48 * (1 - 0.48) \\
 \text{GPL1,2} &= 0.48 + 0.48 * 0.52 \\
 \text{GPL1,2} &= 0.48 + 0.2496 \\
 \text{GPL1,2} &= 0.7296
 \end{aligned}$$

Kemudian Langkah selanjutnya yang ketiga menggabungkan GPL3, GPL4, dan GPL13. Untuk perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

**Perhitungan untuk menggabungkan GPL3**

$$\begin{aligned}
 \text{GPL3} &= 0.7296 + 0.36 * (1 - 0.7296) \\
 \text{GPL3} &= 0.7296 + 0.36 * 0.2704 \\
 \text{GPL3} &= 0.7296 + 0.0097344
 \end{aligned}$$

$$GPL3 = 0.826944$$

**Perhitungan untuk menggabungkan GPL4**

$$GPL4 = 0.826944 + 0.24 * (1 - 0.826944)$$

$$GPL4 = 0.826944 + 0.24 * 0.173056$$

$$GPL4 = 0.826944 + 0.04153344$$

$$GPL4 = 0.86847744$$

**Perhitungan untuk menggabungkan GPL13**

$$GPL13 = 0.86847744 + 0.36 * (1 - 0.86847744)$$

$$GPL13 = 0.86847744 + 0.36 * 0.13152256$$

$$GPL13 = 0.86847744 + 0.0473481216$$

$$GPL13 = 0.915825562$$

Setelah selesai dengan perhitungan CF gabungan antara GPL3, GPL4, dan GPL13, maka selanjutnya menjadikan dalam persentase. Untuk perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

$$CF \text{ Persentase} = 0.915825562 * 100$$

$$CF \text{ Persentase} = 91.5825562\%$$

$$CF \text{ Persentase} = 92\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan CF secara manual mendapatkan 92% dan dapat disimpulkan bahwa sistem juga memberikan jawaban yang sama dengan perhitungan manual dan hasil diagnosisnya penyakit maag sesuai dengan data rekam medis. Ini dapat disimpulkan untuk perhitungan *certainty factor* dalam sistem penelitian sudah sesuai dengan aturannya dalam hasil diagnosis penyakit.

Untuk memastikan hasil dari sistem yang dibuat oleh peneliti, dilakukan pengujian penerimaan pengguna. Tujuan survei ini adalah untuk mengetahui proporsi pengguna dalam sistem penulis. Survei tersebut digunakan setelah diberikan kepada 23 administrator, dokter, dan pengguna (pasien).

**Tabel 11. Hasil Perhitungan *User Acceptance Testing* (UAT)**

No	Pertanyaan	Skor Total	Skor Tertinggi	Persentase	Rata-Rata Persentase Aspek
<b>Aspek Fungsional</b>					
1	Apakah sistem dapat memberikan hasil diagnosis penyakit setelah mengisi <i>form</i> pertanyaan konsultasi?	74	92	80.43%	
2	Apakah sistem dapat menampilkan hasil konsultasi dengan sejumlah penyakit lambung yang ada?	72	92	78.26%	80.79%
3	Apakah sistem dapat memberikan hasil diagnosis penyakit dengan tingkat keyakinan dalam persentase?	77	92	83.69%	
<b>Aspek Kepuasan</b>					
4	Apakah adanya sistem ini dapat membantu sebagai pertolongan pertama dalam menangani penyakit sebelum ke klinik maupun rumah sakit?	78	92	84.78%	
5	Apakah sistem mudah untuk digunakan dalam mendeteksi dini penyakit lambung?	75	92	81.52%	82.60%
6	Apakah adanya sistem ini dapat menjadi solusi untuk mengurangi biaya kesehatan?	75	92	81.52%	
<b>Aspek Interaksi</b>					
7	Apakah tampilan halaman sistem mudah dipahami dan digunakan?	73	92	79.34%	79.71%

8	Apakah sistem ini membantu dalam menyelesaikan proses konsultasi dengan cepat tanpa kebingungan	74	92	80.43%
9	Apakah sistem dapat berjalan dengan lancar tanpa eror?	73	92	79.34%

Berdasarkan hasil perhitungan *user acceptance testing* dari Tabel 11 dengan hasil rata-rata persentase aspek sebanyak 80.79% aspek fungsional, 82.60% aspek kepuasan, dan aspek interaksi mendapatkan sebanyak 79.71%. Untuk hasil rata-rata persentase aspek terdapat sebanyak 81.03%, sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan adanya sistem deteksi dini penyakit lambung yang dibangun oleh penulis sudah sesuai dengan desain sistem dan analisis kebutuhan.

### 5. Maintenance (Pemeliharaan)

Salam sistem *website* ini, pemeliharaan diperlukan untuk memperbaiki terjadinya masalah terhadap sistem ketika terjadinya *bug*, sistem mengalami eror saat digunakan oleh pengguna, menyesuaikan fitur jika ada kebutuhan baru yang akan datang, dan menjaga sistem dapat berjalan dengan stabil.

## KESIMPULAN

Studi ini menggunakan teknik forward chaining dan certainty factor untuk menciptakan sistem deteksi dini penyakit lambung berbasis web. Analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan semuanya termasuk dalam proses pengembangan waterfall. Dengan mendeteksi sepuluh bentuk penyakit lambung yang berbeda sejak dini, teknologi ini menurunkan risiko keterlambatan pengobatan untuk penyakit yang lebih serius dan mempermudah pengguna atau masyarakat umum untuk mendapatkan informasi kesehatan awal sebelum mencari perawatan di klinik atau rumah sakit. Respons pasien atau masyarakat terhadap pertanyaan pada formulir konsultasi digunakan oleh sistem untuk memasukkan data gejala. Pendekatan forward chaining dan certainty factor kemudian digunakan oleh sistem untuk memproses data dan mengidentifikasi jenis penyakit gastrointestinal yang ditemukan.

Diagnosis jenis penyakit lambung dengan persentase kepastian tertentu dikeluarkan oleh sistem. Temuan pengujian black-box menunjukkan bahwa sistem peneliti sesuai dengan analisis kebutuhan dan desain sistem. Temuan diagnosis dari data rekam medis dicocokkan oleh sistem, yang mencapai akurasi 100%. Dengan rata-rata 80,79% untuk aspek fungsional, 82,60% untuk aspek kepuasan, dan 79,71% untuk aspek interaksi, hasil perhitungan pengujian penerimaan pengguna yang melibatkan administrator, dokter, dan pengguna (pasien) menunjukkan bahwa sistem tersebut sesuai untuk digunakan.

Diharapkan untuk penelitian lebih lanjut dapat menggunakan metode lainnya seperti *support vector machine* atau *neural network* dan disarankan untuk data mining medis dapat diperoleh lebih banyak agar sistem diuji dengan data rekam medis yang berjumlah data yang lebih besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afdhal, M., & Rita. (2022). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Hiperlipidemia Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web. *Jurnal KomtekInfo*, 9, 133–139. <https://doi.org/10.35134/komtekinfo.v9i4.321>
- Amrun, & Desi, S. (2024). Hubungan Pola Makan dan Beban Kerja dengan Kejadian Dispepsia pada Perawat di RSUD Kabupaten Buton Tengah Tahun 2024. 2(2), 179–191.
- Andari, W., et al. (2023). Hubungan Pengetahuan Tentang Gastritis Akut Dengan Perilaku Pencegahan Gastritis Akut. *Jurnal Keperawatan Malang*, 8(2), 445–453.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2024). Kota Malang Dalam Angka 2024. Badan Pusat Statistik Kota Malang. <https://malangkota.bps.go.id/ide/publication/2024/02/28/e711012c6940bb521e9c100/kota-malang-dalam-angka-2024.html>
- Dinas Kesehatan Kota Tasikmalaya. (2021). Jumlah kasus penyakit berdasarkan puskesmas tahun 2021. Dinas Kesehatan Kota Tasikmalaya. <https://data.tasikmalayakota.go.id/dinas->

keehatan/jumlah-kasus-penyakit-berdasarkan-puskesmas-tahun-2021/

- Putri, I. G. A. M., & Islam, H. Al. (2024). Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Sistem Saraf Pusat Berbasis Web Dengan Menggunakan Metode Forward Chaining ( Studi Kasus : Rumah Sakit Hermina Serpong Tangerang ). *OKTAL : Jurnal Ilmu Komputer Dan Science Volume*, 3(4), 1083–1098.
- Rabbani, H. H. A., et al. (2023). Diagnosis ISPA Berbasis WEB Dengan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor Pada Sistem Pakar. *INFOTECH Journal*, 9(2), 442–451. <https://doi.org/10.31949/infotech.v9i2.6401>
- Ramadhan, J. A., et al. (2023). Systematic Literature Review Penggunaan Metodologi Pengembangan Sistem Informasi Waterfall, Agile, dan Hybrid. *Journal of Information Engineering and Educational Technology*, 7(1), 36–42. <https://doi.org/10.26740/jieet.v7n1.p36-42>
- Rojun, A., et al. (2023). *Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit Menular Pada Manusia Dengan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor*. x(x), 106–111.
- Zalukhu, A. I., et al. (2023). Analisis Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Sepeda Motor. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 4(4), 524–532. <https://doi.org/10.47065/bit.v4i4.1083>