

PENERAPAN METODE FUZZY TSUKAMOTO & DECISION TREE C4.5 PADA SISTEM PAKAR UNTUK DIAGNOSIS PENYAKIT GASTROESOPHAGEAL REFLUX PADA LAMBUNG

Githa Oktaviani¹, Albaar Rubhasy²

^{1,2}Fakultas Teknologi Komunikasi Dan Informatika, Universitas Nasional, Jakarta, Indonesia
Jl. Sawo Manila No.61, RW.7, Pejaten Barat., Ps. Minggu, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota
Jakarta, Indonesia

e-mail: ¹oktavianighita.9@gmail.com ²albaar.rubhasy@civitas.unas.ac.id

Abstract

Githa Oktaviani, 207064416062, Informatics Study Program. Lack of public knowledge about GERD, starting from the assumption that GERD is a deadly disease to the assumption that GERD arises from the sufferer's excessive feelings about something is one of the main factors that causes the wrong treatment of GERD disease. So that an expert system for GERD diagnosis is needed to provide information to the public about GERD and its symptoms. This study aims to develop an application that can help doctors and patients in diagnosing GERD stomach disease more quickly and accurately using the Fuzzy Tsukamoto algorithm and Decision Tree C4.5. This application is expected to overcome the problem of complications that arise due to improper and slow treatment of GERD disease. This application is made for the web using the PHP programming language and MySQL database. From 38 test data, the accuracy level reached 89.47% for the fuzzy tsukamoto method, while the decision tree method produced an accuracy of 92.69%.

Keywords: Expert System, GERD Disease In The Stomach, Fuzzy Tsukamoto Method, Decision Tree C4 Method.

Abstrak

Githa Oktaviani, 207064416062, Program Studi Informatika. Minimnya pengetahuan masyarakat terhadap GERD, Mulai dari anggapan bahwa GERD adalah penyakit yang mematikan sampai anggapan bahwa GERD muncul atas perasaan pengidap yang berlebihan atas sesuatu menjadi salah satu faktor utama yang menyebabkan salahnya penanganan penyakit GERD. Sehingga diperlukan sistem pakar diagnosis GERD untuk memberikan informasi kepada masyarakat tentang GERD dan gejalanya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi yang dapat membantu dokter dan pasien dalam mendiagnosis penyakit lambung GERD dengan lebih cepat dan akurat menggunakan algoritma Fuzzy Tsukamoto dan Decision Tree C4.5. Aplikasi ini diharap dapat mengatasi permasalahan adanya komplikasi yang timbul akibat tidak tepat dan lambatnya penanganan penyakit GERD. Aplikasi ini dibuat untuk web dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL. Dari 38 data uji tingkat akurasinya mencapai 89,47% untuk metode fuzzy tsukamoto, sementara untuk metode decision tree menghasilkan keakuratan sebesar 92,69%.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Penyakit GERD pada lambung, Metode Fuzzy Tsukamoto, Metode Decision Tree C4.

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari kesehatan pada tubuh manusia tidak terlepas dari pola dan gaya hidup yang dijalankannya. Jumlah asupan dan jenis makanan yang masuk ke dalam lambung, sangat mempengaruhi kualitas kesehatan manusia. Rutinitas dan kegiatan keseharian manusia yang padat terkadang memaksa manusia mengesampingkan pola hidup yang sehat dengan semestinya. Akibat dari kesibukan tersebut pola makan menjadi terganggu dan memberikan dampak berupa gangguan pada lambung. Salah satu jenis gangguan pada lambung manusia yaitu GERD (*Gastroesophageal Reflux Disease*). *Gastroesophageal Reflux Disease* atau biasa disingkat GERD, merupakan suatu kondisi gangguan pada lambung. Gejala yang paling sering dialami oleh penderita GERD yaitu rasa terbakar pada kerongkongan dan dada (*heartburn*) maupun rasa pahit atau asam di lidah (*regurgitasi*) (Vaezi et al., 2018)

Penyakit ini dapat menurunkan kualitas hidup penderita dan jika tidak segera diatasi melalui penanganan yang tepat, kondisi ini dapat menjadi penyakit yang lebih serius, seperti esophagitis, Barrett's esophagus, dan kanker esofagus. Tingkat keberadaan GERD pada dewasa di dunia adalah sebesar 6-38.8% dan berbeda pada setiap negara. Kemunculan dari penyakit GERD bertambah dari tahun ke tahun. Data menunjukkan bahwa tingkat keberadaan GERD di Amerika Serikat sebesar 15%, United Kingdom sebesar 21%, Australia sebesar 10,4%, Cina sebesar 7,28%, Jepang sebesar 6,60%, dan yang cukup tinggi di Malaysia sebesar 38,8%. Untuk di Indonesia sendiri, Menurut Yayasan Gastroenterologi Indonesia (YGI) persentase angka kejadian GERD di Indonesia pada tahun 2018 adalah 27,4%. keluhan serupa GERD cukup banyak ditemukan dalam praktik sehari-hari, salah satu masalah bagi setiap tenaga kesehatan di pusat pelayanan kesehatan primer adalah menegakkan diagnosis GERD dengan keterbatasan sistem penunjang diagnostik (Saputera & Budianto, 2019)

Gastroesophageal Reflux Disease (GERD) merupakan salah satu penyakit yang memerlukan pengobatan segera dan dapat menyebabkan komplikasi pada orang yang tidak segera mengobati GERD. Dalam melakukan pengobatan seperti pada penyakit lambung, masyarakat pada

umumnya lebih memilih melakukan pengobatan secara mandiri dengan melihat gejala yang muncul karena dinilai lebih ekonomis dan hemat tenaga.

Gejala penyakit adalah kondisi awal saat penyakit datang. Dari gejala awal yang dirasakan, penderita penyakit dapat melakukan prediksi untuk mengetahui penyakit apa yang sedang diderita. Dari perkembangan teknologi di bidang kedokteran masa kini dapat diterapkan sistem pakar guna mengetahui resiko yang timbul dari gejala yang dirasakan. Sistem pakar yaitu program komputer yang bisa menyerupai kemampuan seorang pakar. Dapat diartikan bahwa program komputer ini dapat menyerupai kemampuan manusia yang memiliki keahlian khusus (Kholifah & Azizah, 2023).

Pengembangan Sistem Pakar GERD berbasis web dengan metode Fuzzy Tsukamoto dan Decision Tree C4.5 menjadi relevan mengingat kompleksitas dan ketidakpastian dalam penentuan diagnosis penyakit lambung. Logika fuzzy memberikan kerangka kerja yang dapat menangkap aspek ketidakpastian dan subjektivitas yang melekat dalam proses medis, sementara Algoritma Decision Tree C4.5 dapat bekerja dengan baik pada data kategori dan numerik. Ini sangat penting dalam sistem pakar yang sering kali harus menangani berbagai jenis atribut, seperti gejala (kategori) dan hasil tes medis (numerik).

Lalu pendekatan berbasis web memastikan aksesibilitas dan kemudahan penggunaan bagi berbagai kalangan. Berdasarkan hal tersebut tentunya dengan mengandalkan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan, Penerapan Sistem Pakar Menggunakan Metode Tsukamoto dan Decision Tree C4.5 untuk Diagnosis GERD pada Lambung" berperan penting untuk membantu masyarakat dalam penyakit lambung khususnya GERD. Tujuan spesifik melibatkan akuisisi pengetahuan dari ahli gastroenterologi, pemodelan variabel fuzzy dan algoritma C.45 serta implementasi antarmuka web untuk memfasilitasi pengguna dalam mendapatkan diagnosis yang akurat dan tepat waktu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pakar

Sebuah sistem yang menggunakan pengetahuan dari seorang pakar dalam bidang tertentu, seperti sistem komputer yang dapat diprogram ulang oleh non-ahli untuk

memungkinkan pengguna membuat keputusan yang sama dengan yang dibuat oleh ahli dan menetapkan kebijakan (Ardiansyah et al., 2019)

2.2 GERD (*Gastroesophageal Reflux Disease*)

GERD (*Gastroesophageal Reflux Disease*) didefinisikan sebagai suatu gangguan di mana isi lambung mengalami refluks secara berulang ke dalam esofagus, yang menyebabkan terjadinya gejala dan/atau komplikasi yang mengganggu (Fock KM et al., 2020)

2.3 Algoritma Fuzzy Tsukamoto

Metode fuzzy Tsukamoto adalah salah satu metode logika fuzzy yang digunakan untuk membuat sistem pendukung keputusan berdasarkan aturan-aturan fuzzy. Metode fuzzy Tsukamoto cocok digunakan untuk menangani masalah pengambilan keputusan yang melibatkan beberapa kriteria dan menghasilkan dua keputusan, misalnya teladan dan tidak teladan, lulus dan tidak lulus, baik dan buruk, dan sebagainya.

Pada metode Tsukamoto, setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan-himpunan fuzzy, dengan fungsi keanggotaan. Untuk menentukan nilai output crisp/hasil yang nyata dicari dengan cara mengubah input (berupa himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan fuzzy) menjadi suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Cara ini disebut dengan metode defuzzification (penegasan himpunan) (Gulbay & Kahraman, 2019)

2.4 Algoritma Decision Tree

Pohon Keputusan merupakan metode klasifikasi yang menggunakan representasi suatu struktur pohon berisi alternatif-alternatif untuk pemecahan masalah. Pohon Keputusan menunjukkan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil alternatif dari keputusan tersebut disertai dengan estimasi hasil akhir bila kita mengambil keputusan tersebut. Sistem kerja dari pohon keputusan adalah mengubah data menjadi suatu keputusan pohon dan aturan-aturan keputusan (rule). Decision Tree menggunakan struktur hierarki untuk pembelajaran supervised. Proses dari decision tree dimulai dari root node hingga leaf node yang dilakukan secara rekursif. Di mana setiap percabangan menyatakan suatu kondisi yang harus dipenuhi dan pada setiap ujung pohon

menyatakan kelas dari suatu data (R. N. Bugis, 2019)

2.5 PHP

PHP adalah bahasa pemrograman open source yang dapat digunakan di berbagai sistem operasi seperti Linux, Unix, macOS, dan Windows. PHP dapat dijalankan secara langsung melalui konsol dan juga dapat digunakan untuk menjalankan perintah sistem. Untuk itu diperlukan beberapa software yang harus tersedia untuk menunjang penggunaan PHP, software yang harus tersedia yaitu: Apache Server, PHP, PHPMyAdmin, dan MySQL Server (Sari et al., 2022)

2.6 XAMPP

XAMPP adalah paket perangkat lunak yang disebutkan oleh (Sari et al., 2022) yang terdiri dari Apache, MySQL, PHPMyAdmin, PHP, Perl, Freetype2, dan lain-lain. XAMPP berfungsi sebagai platform yang memfasilitasi instalasi lingkungan PHP, yang umumnya memerlukan PHP, Apache, MySQL, dan PHP MyAdmin, serta perangkat lunak terkait lainnya yang diperlukan untuk pengembangan web. Dengan menggunakan XAMPP, pengguna tidak perlu menginstal aplikasi-aplikasi tersebut satu per satu, karena semua komponen yang diperlukan sudah tersedia dalam satu paket yang terintegrasi.

2.7 Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) adalah perangkat lunak pengedit kode sumber yang dikembangkan oleh Microsoft. Pertama kali diluncurkan pada tahun 2015, VS Code tersedia untuk berbagai sistem operasi, termasuk Windows, Linux, dan macOS (Apple). VS Code menawarkan fitur seperti penyortiran sintaksis, penyelesaian kode, kutipan kode, pemfaktoran ulang kode, dan dukungan git.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Dalam lingkup pada penelitian ini, peneliti akan memfokuskan analisisnya pada sebuah Rumah Sakit yang berlokasi di Kota Tangerang Selatan. Dengan tujuan untuk melakukan pengumpulan informasi dan data serta wawancara secara langsung.

3.2 Objek Penelitian

Menurut Sugiyono (2019) objek penelitian adalah objek atau kegiatan yang telah ditentukan peneliti untuk dipelajari lebih lanjut dan dapat ditarik kesimpulan. Objek yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Dokter spesialis lambung (Gastroenterologi).

3.3 Fokus Penelitian

Dalam penelitian ini yang menjadi aspek fokus penelitian adalah mengimplementasikan sistem pakar dapat membantu dalam diagnosis awal penyakit lambung GERD berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pengguna.

3.4 Metode Pengumpulan data

Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah Studi literatur. Dalam proses ini, dilakukannya pencarian dan analisis terhadap berbagai sumber informasi yang relevan, seperti buku-buku terkait, jurnal ilmiah, artikel, serta penelitian terdahulu yang telah dipublikasikan. Pendekatan ini memungkinkan untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam dan menyeluruh mengenai pembuatan aplikasi berbasis web.

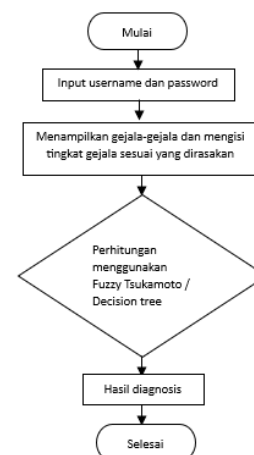
3.5 Analisis Data

Analisis data dari sistem pakar yang dikembangkan berdasarkan studi literatur sangat penting dalam memahami potensi kendala dan kelemahan dalam proses diagnosa GERD (Gastroesophageal Reflux Disease) yang masih dilakukan secara manual oleh tenaga medis. Langkah ini menjadi krusial dalam merancang solusi yang lebih canggih dan akurat. Integrasi metode Fuzzy Tsukamoto dan algoritma Decision Tree dalam sistem pakar diagnosa GERD menjadi salah satu elemen kunci dalam analisis data ini. Dengan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto, sistem dapat menangani ketidakpastian dalam diagnosis dengan lebih baik, memberikan penilaian yang lebih nyaring tentang tingkat keparahan kondisi pasien berdasarkan gejala yang dilaporkan. Sementara itu, algoritma Decision Tree berperan dalam mengidentifikasi pola dari data pasien untuk menentukan diagnosa yang paling mungkin secara efisien. Oleh karena itu, analisis data yang komprehensif dan mendalam menjadi landasan

yang kuat dalam merancang solusi yang tepat untuk menangani tantangan dalam proses diagnosa GERD. Dengan mempertimbangkan semua aspek yang relevan, pengembang dapat memastikan bahwa sistem pakar yang dihasilkan dapat memberikan manfaat maksimal, baik bagi tenaga medis dalam meningkatkan akurasi diagnosa, maupun bagi pasien dalam mendapatkan perawatan yang lebih tepat dan cepat.

3.6 Perancangan Sistem

Sistem ini akan menampilkan semua gejala yang terkait dengan penyakit GERD. Pengguna kemudian memilih tingkat gejala yang dialami dengan skala 1-10, yang kemungkinan merupakan tanda-tanda penyakit GERD. Data yang dimasukkan akan diproses menggunakan metode perhitungan Fuzzy Tsukamoto atau Decision Tree C4.5 untuk menghasilkan diagnosis penyakit GERD yang mungkin dialami oleh pengguna.



Gambar.1 Flowchart Perancangan Sistem

Berdasarkan Gambar 1, dapat disajikan tahapan perancangan sistem berdasarkan penelitian yang dilakukan.

3.7 Desain Penelitian

Desain penelitian ini mencakup beberapa sub bab penting yang memberikan gambaran mendetail tentang alur penelitian, cara kerja algoritma, dan aplikasi yang digunakan. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing sub bab:

3.7.1 Tahapan Penelitian

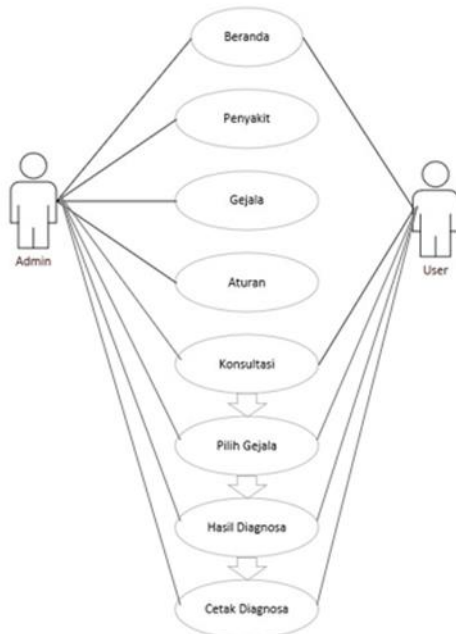
Terdapat 4 tahapan proses. Berikut penjelasan dibawah ini:

1. Studi Literatur

2. Perancangan Sistem
3. Implementasi
4. Testing

3.7.2 Use Case Diagram

Use Case Diagram adalah gambaran penggunaan sistem, sehingga dapat menggambarkan apa saja yang pengguna lakukan pada sistem. Berikut ini adalah Use Case dari sistem ini:



Gambar.2 Use Case Diagram

Di Gambar 2, pendekatan yang digunakan untuk mengembangkan sistem pakar untuk penyakit GERD adalah melalui perancangan UML, yang membantu dalam visualisasi saat membangun aplikasi.

- User

Pada aplikasi yang dibuat, pengguna hanya memiliki akses ke halaman beranda, dapat melakukan konsultasi dengan memilih tingkat gejala, melihat hasil analisis, dan mencetak hasil analisis.

- Admin

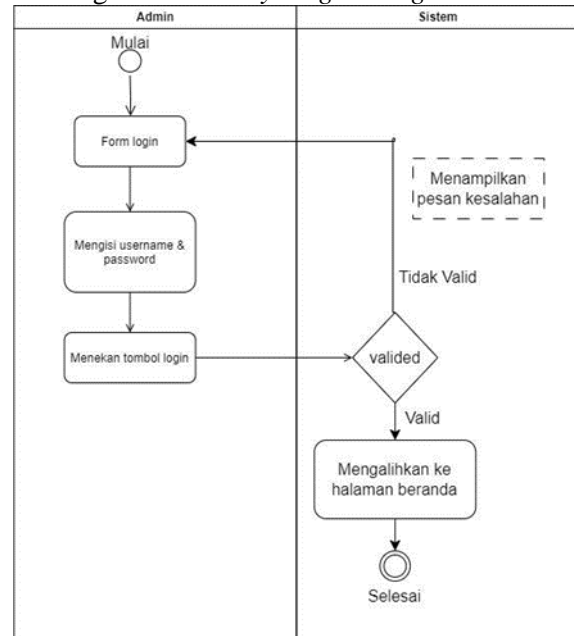
Admin memiliki akses ke fitur-fitur yang dapat diakses oleh pengguna, dengan tambahan kemampuan untuk mengubah atau mengedit informasi seperti tingkat gejala, aturan, dan riwayat konsultasi.

3.7.3 Activity Diagram

Activity diagram adalah gambaran antar aktivitas di suatu fungsional sistem. Berikut ini adalah activity diagram dari sistem ini:

1. Activity Diagram Login

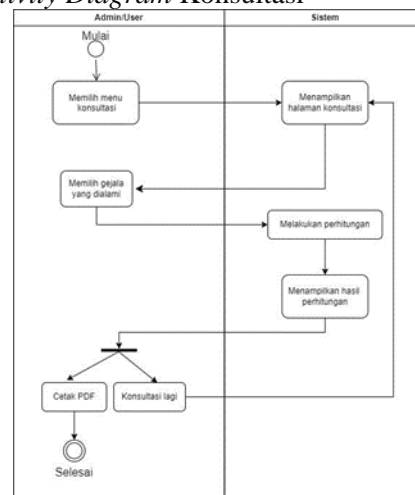
Berikut gambar activity diagram login:



Gambar.3 Activity Diagram Login

Di Gambar 3, activity diagram login ditampilkan, di mana pengguna yang merupakan admin melakukan login dengan memasukkan username dan password. Selanjutnya, username dan password divalidasi, dan jika valid, pengguna diarahkan ke dalam aplikasi.

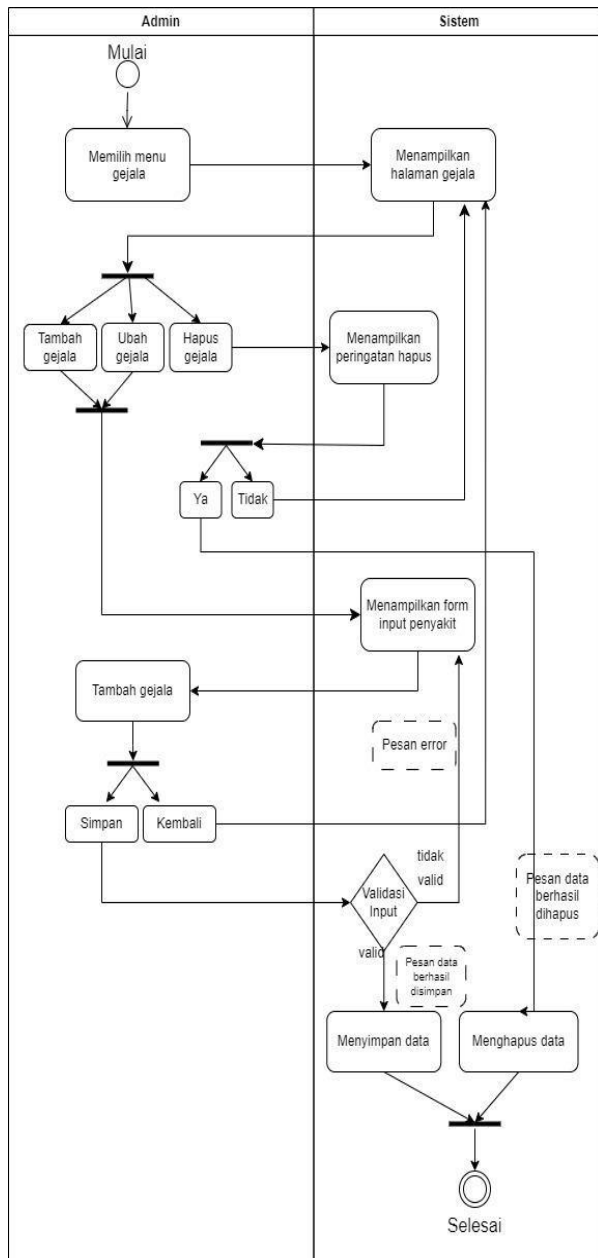
2. Activity Diagram Konsultasi



Gambar.4 Activity Diagram Konsultasi

Dalam Gambar 4, *activity diagram* konsultasi diatas menggambarkan aktivitas saat admin dan pengguna mengakses halaman konsultasi. Baik admin maupun pengguna dapat memasukkan skala gejala yang diderita dengan memasukkan angka 1-10. Hasil konsultasi kemudian dapat dicetak dalam format PDF.

3. Activity Diagram Gejala



Gambar.5 Activity Diagram Gejala

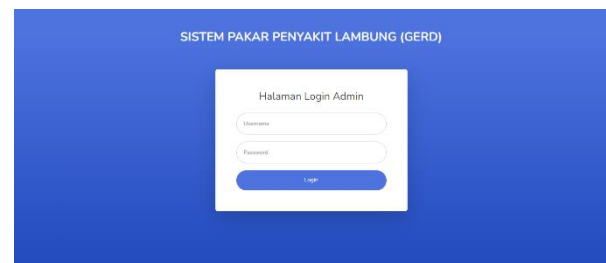
Di dalam Gambar 5, *activity diagram* gejala diatas admin dapat mengelola data gejala di halaman gejala. Ini mencakup aktivitas seperti menambah gejala, mengubah gejala, menghapus gejala, dan data data akan tampil di halaman tersebut.

3.8 Perancangan Antarmuka User

Perancangan antarmuka atau *interface* adalah sebagai gambaran dari sistem yang akan digunakan oleh pengguna. Perancangan antarmuka bertujuan agar pengguna dapat dengan mudah berinteraksi dengan sistem. Berikut ini adalah perancangan antarmuka pada sistem ini:

3.8.1 Perancangan Halaman Login

Berikut adalah menunjukkan sebuah tampilan antarmuka halaman login.



Gambar.6 Tampilan Halaman Login

Pada halaman login, admin dapat masuk ke dalam aplikasi dengan menginput *username* dan *password*. Setelah berhasil *login*, admin akan diarahkan ke halaman utama. Jika *login* gagal, pengguna akan tetap berada di halaman login dan menerima notifikasi "*Username* dan *password* salah".

3.8.2 Perancangan Halaman Beranda

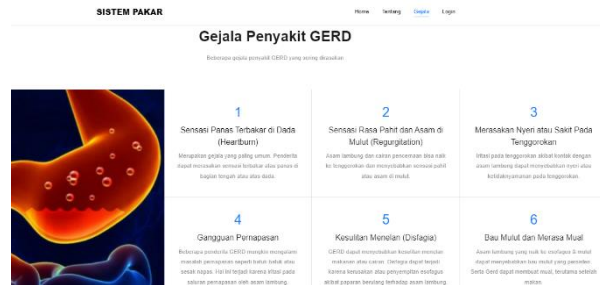
Halaman utama atau beranda ini menampilkan sebuah informasi.



Gambar.7 Tampilan Halaman Beranda

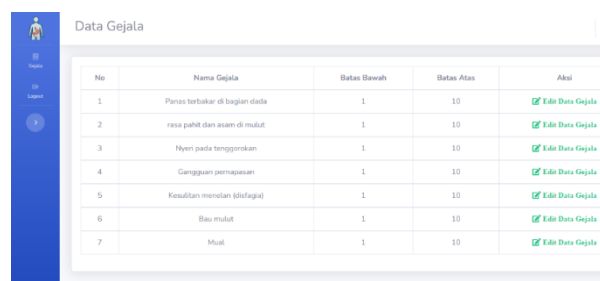
3.8.3 Perancangan Halaman Gejala

Pada halaman gejala admin dan user dapat melihat daftar gejala yang sudah ditetapkan oleh pakar.



Gambar.8 Tampilan Halaman Jenis Gejala

3.8.4 Perancangan Form Ubah Gejala



Gambar.9 Halaman Form Ubah Gejala

Jika admin ingin mengubah data gejala, admin hanya perlu menekan tombol ikon pada tabel "Gejala". Pada halaman ini, admin dapat mengisi formulir yang sudah tersedia untuk mengubah data gejala. Setelah selesai, admin tinggal menekan tombol "simpan".

3.8.5 Perancangan Halaman Konsultasi

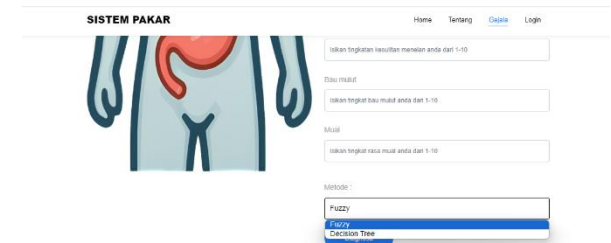


Gambar.10 Tampilan Halaman Konsultasi

Pada halaman konsultasi admin dan user dapat memasukkan skala gejala yang diderita dari

angka 1-10, setelah memasukkan skala admin dan user dapat melihat hasil diagnosa pada tombol "Diagnosa".

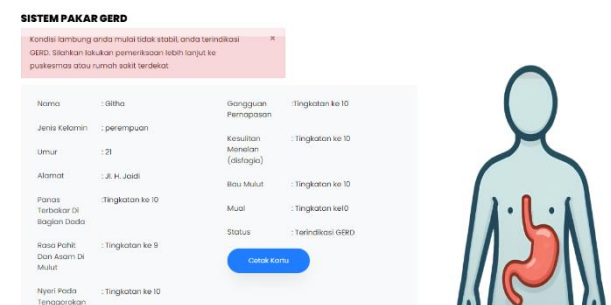
3.8.6 Perancangan Kolom Pilih Metode



Gambar.11 Halaman Kolom Pilih Metode

Pada kolom metode, admin dan user dapat memilih metode perhitungan yang ingin digunakan, terdapat dua pilihan metode yaitu metode fuzzy tsukamoto dan metode decision tree c4.5.

3.8.7 Perancangan Hasil Konsultasi



Gambar.12 Halaman Hasil Konsultasi

Pada halaman ini, admin dan user dapat melihat hasil diagnosis terkait gejala yang dialami. Admin dan user juga dapat mencetak hasil diagnosis tersebut dalam format PDF.

4. HASIL & PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Manual Fuzzy Tsukamoto

Studi kasus seorang pasien mengalami gejala: G2 Tinggi (Skala 10), G4 Tinggi (Skala 10), G7 Rendah (Skala 3) Selanjutnya melakukan perhitungan Fuzzy Tsukamoto.

Kemudian akan kita hitung dengan rumus berikut:

A. Regurgitasi (G2)

Kriteria Regurgitasi terbagi menjadi 3 himpunan fuzzy, yaitu RENDAH, SEDANG, dan TINGGI.

$$\mu_{RENDAH}(x) = \begin{cases} 1 & ; (x \leq 3) \\ \frac{5-x}{5-3} & ; (3 \leq x \leq 5) \\ 0 & ; (x \geq 5) \end{cases}$$

$$\mu_{SEDANG}(x) = \begin{cases} 0 & ; (x \leq 3 \text{ atau } x \geq 10) \\ \frac{x-3}{5-3} & ; (3 \leq x \leq 5) \\ 1 & ; (5 \leq x \leq 8) \\ \frac{10-x}{10-8} & ; (8 \leq x \leq 10) \end{cases}$$

$$\mu_{TINGGI}(x) = \begin{cases} 1 & ; (x \geq 10) \\ \frac{x-8}{10-8} & ; (8 \leq x \leq 10) \\ 0 & ; (x \leq 8) \end{cases}$$

Gambar.13 Himpunan Variabel Regurgitasi

B. Gangguan Pernafasan (G4)

Kriteria Gangguan Pernafasan terbagi menjadi 3 himpunan fuzzy, yaitu RENDAH, SEDANG, dan TINGGI.

$$\mu_{RENDAH}(x) = \begin{cases} 1 & ; (x \leq 3) \\ \frac{5-x}{5-3} & ; (3 \leq x \leq 5) \\ 0 & ; (x \geq 5) \end{cases}$$

$$\mu_{SEDANG}(x) = \begin{cases} 0 & ; (x \leq 3 \text{ atau } x \geq 10) \\ \frac{x-3}{5-3} & ; (3 \leq x \leq 5) \\ 1 & ; (5 \leq x \leq 8) \\ \frac{10-x}{10-8} & ; (8 \leq x \leq 10) \end{cases}$$

$$\mu_{TINGGI}(x) = \begin{cases} 1 & ; (x \geq 10) \\ \frac{x-8}{10-8} & ; (8 \leq x \leq 10) \\ 0 & ; (x \leq 8) \end{cases}$$

Gambar.14 Himpunan Variabel Gangguan Pernafasan

C. Mual (G7)

Kriteria Mual terbagi menjadi 3 himpunan fuzzy, yaitu RENDAH, SEDANG, dan TINGGI.

Gambar.15 Himpunan Variabel Mual

D. Variabel Keluaran

Variabel Keluaran (Diagnosis)

- GERD: $y = 1$
- TIDAK GERD: $y = 0$

[R11] IF REGURGITASI TINGGI AND IF GANGGUAN PERNAFASAN TINGGI AND IF MUAL RENDAH THEN GERD

Pasien mengalami:

- Regurgitasi (G2) Tinggi = 10
- Gangguan pernafasan (G4) Tinggi = 10
- Mual (G7) Rendah = 3

Hitung derajat keanggotaan untuk setiap variabel:

Regurgitasi (G2 = 10)

- $\mu_{Rendah}(10) = 0$
- $\mu_{Sedang}(10) = 0$
- $\mu_{Tinggi}(10) = 1$ (karena $x \geq 10$)

Gangguan Pernafasan (G4 = 10)

- $\mu_{Rendah}(10) = 0$
- $\mu_{Sedang}(10) = 0$
- $\mu_{Tinggi}(10) = 1$ (karena $x \geq 10$)

Mual (G7 = 3)

- $\mu_{Rendah}(3) = 1$ (karena $x \leq 3$)
- $\mu_{Sedang}(3) = 0$
- $\mu_{Tinggi}(3) = 0$

Selanjutnya gunakan aturan fuzzy untuk menghitung nilai z (output):

$$\alpha - \text{predikat}_1 = \min(\mu_{G2}(10), \mu_{G4}(10), \mu_{G7}(3)) \\ = \min(1, 1, 1) = 1 \\ = 1$$

Setelah nilai α -predikat 1 diketahui maka dicari nilai (z) didalam himpunan hasil yaitu pasien menderita GERD.

Perbandingan dengan sistem

Dari 38 percobaan tes ada 4 yang kurang sesuai dengan hasil diagnosa dari pakar dan hasil yang sesuai berjumlah 34.

$$\text{Tingkat Akurasi} = \frac{34}{38} \times 100\%$$

$$= 0,8947 \times 100\%$$

$$= 89,47\%$$

4.2 Perhitungan Manual Decision Tree C4.5

A. Identifikasi Gejala dan Bangun Decision Tree
 Bangun Decision tree dari data di tabel berikut:

Regurgitasi (G2)	Gangguan Pernafasan (G4)	Mual (G7)	Diagnosis
Tinggi	Tinggi	Rendah	GERD
Rendah	Rendah	Sedang	TIDAK GERD
Sedang	Tinggi	Tinggi	GERD
Tinggi	Rendah	Sedang	GERD
Rendah	Sedang	Tinggi	TIDAK GERD

Gambar.16 Tabel Data

B. Hitung Entropy dan Gain

- Entropy dari dataset S:

$$\text{Entropy (S)} = - \left(\frac{3}{5} \text{Log}_2 \frac{3}{5} \text{Log}_2 \frac{2}{5} + \frac{2}{5} \text{Log}_2 \frac{2}{5} \right)$$
- Menghitung logaritma:

$$\text{Log}_2 \frac{3}{5} \sim - 0.737$$

$$\text{Log}_2 \frac{2}{5} \sim - 1.322$$
- Menghitung probabilitas dikali logaritma:

$$\frac{3}{5} x - 0.737 = - 0.442$$

$$\frac{2}{5} x - 1.322 = - 0.529$$
- Menjumlah dan mengalikan dengan -1:

$$\text{Entropy (S)} = -(- 0.442 + - 0.529) = 0.971$$

Selanjutnya Hitung Gain untuk Regurgitasi
 Regurgitasi Tinggi:

- 2 GERD, 0 Tidak GERD (Entropy = 0)

Regurgitasi Sedang:

- 1 GERD, 0 Tidak GERD (Entropy = 0)

Regurgitasi Rendah:

- 0 GERD, 2 Tidak GERD (Entropy = 0)

Gain (S, Regurgitasi) = 0.971

Atribut Regurgitasi dipilih sebagai root node karena memiliki gain tertinggi.

Atribut: Gangguan Pernafasan

Gangguan Pernafasan Tinggi:

- 2 GERD, 0 Tidak GERD (Entropy = 0)

Gangguan Pernafasan Sedang:

- 0 GERD, 1 Tidak GERD (Entropy = 0)

Gangguan Pernafasan Rendah:

- 1 GERD, 1 Tidak GERD (Entropy = 1)

Gain (S, Gangguan Pernafasan)

$$= 0.971 - \left(\frac{2}{5} x 0 + \frac{1}{5} x 0 + \frac{2}{5} x 1 \right)$$

$$= 0.971 - 0.4 = 0.571$$

Gangguan Pernafasan memiliki gain yang relevan dalam subset "Regurgitasi Tinggi".

Atribut: Mual

Mual Tinggi:

- 1 GERD, 1 Tidak GERD (Entropy = 1)

Mual Sedang:

- 1 GERD, 1 Tidak GERD (Entropy = 1)

Mual Rendah:

- 1 GERD, 0 Tidak GERD (Entropy = 0)

Gain (S, Mual)

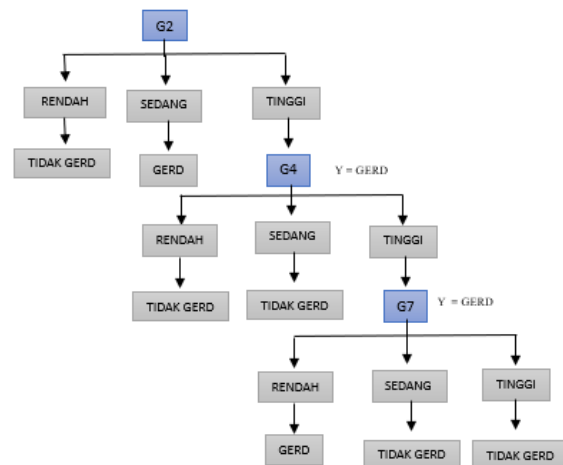
$$= 0.971 - \left(\frac{1}{5} x 1 + \frac{2}{5} x 1 + \frac{2}{5} x 0 \right)$$

$$= 0.971 - 0.6 = 0.371$$

Mual memiliki gain yang relevan dalam subset "Gangguan Pernafasan Tinggi".

C. Bangun Tree Berdasarkan Gain Tertinggi

Regurgitasi memiliki gain tertinggi, jadi kita mulai dari sini:



Gambar.17 Pohon Keputusan

Root Node: Regurgitasi

- Pasien memiliki Regurgitasi Tinggi.
- Mengikuti cabang ke "Gangguan Pernafasan".

Node Kedua: Gangguan Pernafasan

- Pasien memiliki Gangguan Pernafasan Tinggi.
- Mengikuti cabang ke "Mual".

Node Ketiga: Mual

- Pasien memiliki Mual Rendah.
- Mengikuti cabang ke GERD.

Pasien didiagnosis dengan GERD. Keputusan ini didasarkan pada tree yang dibangun, yang menunjukkan bahwa pasien dengan regurgitasi tinggi, gangguan pernafasan tinggi, dan mual rendah kemungkinan besar mengalami GERD.

Perbandingan dengan sistem

Dari 38 data pasien, diperoleh hasil 35 data yang benar dan 3 data yang salah. Untuk menghitung persentase data yang sesuai dengan pakar atau akurasi, dihitung menggunakan rumus Confusion Matrix :

Classification	Predicted Class	
	Class = GERD	Class = TIDAK GERD
Class = GERD	a = 22	b = 2
Class = TIDAK GERD	c = 1	d = 16

Gambar.18 Tabel Confusion Matrix

$$\text{Recall} = \frac{d}{c+d} = \frac{16}{1+16} = \frac{16}{17} \times 100 = 94,11$$
$$\text{Precision} = \frac{d}{b+d} = \frac{16}{2+16} = \frac{16}{18} \times 100 = 88,89$$
$$\text{Accuracy} = \frac{a+d}{a+b+c+d} = \frac{22+16}{22+2+1+16} = \frac{38}{41} \times 100 = 92,69$$
$$\text{Error Rate} = \frac{b+c}{a+b+c+d} = \frac{2+1}{22+2+1+16} = \frac{3}{41} \times 100 = 7,31$$

Dari perhitungan diatas, diperoleh hasil bahwa sistem pakar untuk diagnosa penyakit GERD menggunakan metode Decision Tree ini memiliki persentase uji akurasi sebesar 92,69%.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, perhitungan, dan pengujian sistem pakar untuk memprediksi penyakit GERD menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto dan Decision Tree, beberapa simpulan dapat ditarik sebagai berikut:

1. Sistem pakar ini berpotensi untuk memberikan pemahaman kepada masyarakat mengenai GERD, termasuk gejala, penyebab, dan solusi.
2. Mampu memprediksi penyakit GERD yang dialami oleh pasien dengan menunjukkan gejala yang terkait.
3. Tampilan aplikasi sederhana yang menyajikan informasi tentang GERD secara luas.
4. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 38 data uji. Tingkat akurasi metode Fuzzy Tsukamoto mencapai 89,47% sedangkan untuk metode Decision Tree C.45 menghasilkan tingkat akurasi 92,69% saat diuji dengan sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardiansyah, R., Fauziah, F., & Ningsih, A. (2019). Sistem Pakar Untuk Diagnosa Awal Penyakit Lambung Menggunakan Metode Dempster-Shafer Berbasis Web. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 24(3), 182–196. <https://doi.org/10.35760/Tr.2019.V24i3.2395>
- [2] Fock Km, Talley Nj, & Fass R. (2020). Updated Consensus On The Management Of Gerd In Asia. *Nature Clinical Practice Gastroenterology & Hepatology*, 5(23), 8–22. https://doi.org/10.1038/Ncp_gasthep1089
- [3] Kholifah, R. N., & Azizah, N. L. (2023). P A G E | 1 Implementation Of The Fuzzy Tsukamoto Method To Early Detection Types Of Gastric Diseases [Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Mendeteksi Dini Jenis Penyakit Pada Lambung].
- [4] Murat Gulbay, & Cengiz Kahraman. (2019). An Alternative Approach To Fuzzy Control Charts: Direct Fuzzy Approach. *Information Sciences*, 6(177), 1463–1480.
- [5] R. N. Bugis. (2019). Sistem Pakar Diagnosis Hama Dan Penyakit Pada Tanaman Kelapa Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Website. *Infotek*, 3(2).
- [6] Saputera, M. D., & Budianto, W. (2019). Continuing Medical Education Diagnosis Dan Tatalaksana Gastroesophageal Reeux Disease (Gerd) Di Pusat Pelayanan Kesehatan Primer (Vol. 44, Issue 5).
- [7] Sari, Aulia Jannah, Adilla Mawadda Meuraxa, Ayu Syahfitri, & Ridzuan Omar. (2022). Perancangan Sistem Informasi Penginputan Database Mahasiswa Berbasis Web. *Hello World Jurnal Komputer*, 2(3), 138–156.
- [8] Vaezi, M. F., Katzka, D., & Zerbib, F. (2018). Extrasophageal Symptoms And Diseases Attributed To Gerd. *Clinical Gastroenterology And Hepatology*, 16(7), 1018–1029. <https://doi.org/10.1016/J.Cgh.2018.02.001>