

Implementasi *Fuzzy Inference System Tsukamoto* dalam Mendiagnosis Penyakit Tuberkulosis Paru pada Tahap Awal

Andri Armaginda Siregar^{a,1,*}

^aTeknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Utara, Medan, Indonesia

¹andriarmagindasiregar@gmail.com

*Penulis koresponden

Diterima
6/7/2024

Direvisi
23/9/2024

Disetujui
15/11/2024

Dipublikasikan
19/11/2024

ABSTRACT

This study proposes the implementation of the Tsukamoto Fuzzy Inference System for early diagnosis of Pulmonary Tuberculosis. A web-based expert system was developed to analyze clinical symptoms, demonstrating the positive impact of artificial intelligence in the medical field. Symptom data were sourced from medical literature, medical records of Klinik Pratama Haji Medan Pancing, and interviews with medical practitioners at the clinic. Using 128 Tsukamoto fuzzy rules, the system predicts indications of Pulmonary Tuberculosis based on seven symptom variables. The research findings indicate that this technology implementation enhances early detection of Pulmonary Tuberculosis, offering a solution for Klinik Pratama Haji Medan Pancing and establishing an expert system accessible via a web interface, ensuring accessibility. The system's implementation also proves effective in analyzing clinical symptoms at early stages, providing a significant tool for medical practitioners. Validation results show a high accuracy rate in detecting potential diseases, supporting further potential developments in similar medical applications. The application of this system is expected to alleviate the workload of medical practitioners in expediting Pulmonary Tuberculosis management and enhancing healthcare service quality.

ABSTRAK

Penelitian ini mengusulkan implementasi *Fuzzy Inference System Tsukamoto* untuk diagnosis dini penyakit Tuberkulosis Paru. Sistem pakar berbasis web ini dikembangkan untuk menganalisis gejala klinis, yang menunjukkan dampak positif kecerdasan buatan dalam bidang medis. Data gejala diperoleh dari literatur medis, rekam medis Klinik Pratama Haji Medan Pancing, dan wawancara dengan tenaga medis yang berpraktik di Klinik Pratama Haji Medan Pancing. Dengan menggunakan 128 aturan fuzzy Tsukamoto, sistem ini mampu memberikan prediksi indikasi penyakit Tuberkulosis Paru berdasarkan tujuh variabel gejala. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi teknologi ini dapat meningkatkan deteksi dini Tuberkulosis Paru, menawarkan solusi bagi Klinik Pratama Haji Medan Pancing, dan membangun sistem pakar yang dapat diakses melalui antarmuka web, sehingga menjamin keterjangkauan. Implementasi sistem ini juga menunjukkan efektivitas dalam menganalisis gejala klinis pada tahap awal, memberikan alat bantu yang signifikan bagi tenaga medis. Validasi hasil menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dalam mendeteksi kemungkinan penyakit, mendukung potensi pengembangan lebih lanjut dalam aplikasi medis yang serupa. Penerapan sistem ini diharapkan dapat mengurangi beban tenaga medis dalam percepatan penanganan Tuberkulosis Paru dan meningkatkan kualitas layanan kesehatan.

KEYWORDS

*Expert System
Fuzzy
Tsukamoto
Tuberculosis*

KATA KUNCI

*Fuzzy
Sistem Pakar
Tsukamoto
Tuberculosis*

This is an open access article under the CC-BY-SA license.



1 PENDAHULUAN

Dalam era kemajuan teknologi yang pesat, sektor kesehatan tidak terlepas dari dampaknya, termasuk melalui penggunaan kecerdasan buatan (AI). AI dalam bidang medis, khususnya sistem pakar, telah menunjukkan potensinya dalam meningkatkan diagnosis penyakit, seperti tuberkulosis paru [1]. Tuberkulosis (TBC), penyakit menular yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*, masih menjadi masalah kesehatan serius dengan lebih dari satu juta kematian setiap tahun [2]. Di Indonesia, penanganan TBC belum optimal meski sudah ada vaksin dan obat-obatan, dengan target deteksi 90% kasus pada tahun 2024 [3].

Penggunaan sistem pakar yang memanfaatkan *Fuzzy Inference System Tsukamoto* dapat mempercepat dan meningkatkan akurasi diagnosis TBC paru. Sistem pakar memungkinkan pengalihan pengetahuan dari ahli medis ke komputer, sehingga diagnosis dapat dilakukan bahkan oleh non-ahli [4]. Metode Tsukamoto dipilih karena mampu mengakomodasi ketidakpastian data dan memberikan jawaban intuitif meski data kurang akurat [5]. Sistem ini diharapkan dapat mengumpulkan gejala klinis dan melakukan skrining awal berdasarkan input gejala dari pasien, yang diimplementasikan melalui antarmuka website.

2 METODE PENELITIAN

2.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Klinik Pratama Haji Medan Pancing, yang beralamat di Jl. Willièm Iskandar No.113 E, Sidorejo, Kec. Medan Tembung, Kota Medan, Sumatera Utara 20222. Waktu penelitian ini dimulai dari Agustus 2023 hingga Desember 2023.

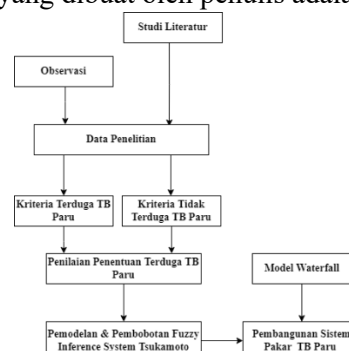
2.2 Alat Dan Bahan Penelitian

Alat penelitian yang digunakan terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras mencakup Laptop Lenovo Ideapad Z460 dengan spesifikasinya. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan mencakup Windows 10 Pro, XAMPP V.3.2.4, VS Code, Microsoft Visio, Draw.io, dan Web Browser.

Bahan penelitian meliputi data kriteria terduga dan tidak terduga tuberkulosis paru, artikel jurnal, hasil wawancara dengan dokter, pasien, dan tenaga kesehatan di Klinik Pratama Haji Medan Pancing, serta hasil observasi di lingkungan klinik tersebut.

2.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian merupakan kerangka berpikir terkait metodologi dan teknik pengambilan sampel yang dipilih untuk menjalankan penelitian. Hal ini mencakup penyusunan berbagai komponen penelitian secara logis agar masalah yang dihadapi dapat ditangani dengan efisien [6]. Rancangan penelitian yang dibuat oleh penulis adalah sebagai berikut ini :

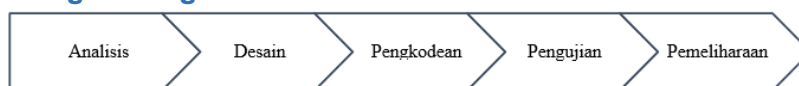


Gambar 1. Rancangan Penelitian

Penjelasan tentang tahapan penelitian pada Gambar 1 adalah sebagai berikut:

- a. **Studi Literatur** : Kegiatan mempelajari materi terkait sistem pakar, metode *Fuzzy Inference System Tsukamoto* , tuberkulosis paru, dan peran fasilitas kesehatan tingkat pertama dalam penanganan TBC, serta langkah-langkah pembuatan sistem dengan metode *waterfall*.
- b. **Observasi** : Pengamatan langsung di lokasi penelitian untuk memahami permasalahan dan mencari solusi, serta mengumpulkan data untuk pembuatan model dan sistem pakar.
- c. **Data Penelitian** : Pengumpulan dan analisis data dari observasi dan studi literatur untuk menentukan kriteria terduga dan tidak terduga TBC paru.
- d. **Kriteria Terduga dan Tidak Terduga TBC Paru** : Daftar kriteria anamnesa pasien dalam satu bulan terakhir yang diperoleh dari dokter dan tenaga kesehatan yang biasa menangani TBC paru.
- e. **Penilaian Penentuan Terduga dan Tidak Terduga TBC Paru** : Penilaian kriteria dengan memberikan nilai berdasarkan hasil observasi dan validasi klinis dengan pakar.
- f. **Pemodelan & Pembobotan Fuzzy Inference System Tsukamoto** : Pemodelan dan penentuan nilai fuzzy untuk semua kriteria terduga dan tidak terduga TBC paru.
- g. **Model Waterfall** : Proses pengembangan perangkat lunak secara sekuensial dengan tahapan yang saling terhubung.
- h. **Pembangunan Sistem Pakar** : Implementasi semua tahapan sebelumnya untuk mengembangkan sistem pakar diagnosa dini TBC paru.

2.4 Metode Pengembangan Sistem Pakar



Gambar 2. Ilustrasi Model Waterfall

Metode pengembangan sistem pakar melibatkan penggunaan model Software Development Life Cycle (SDLC) atau pendekatan metode Waterfall. Model Waterfall merupakan pendekatan sekuensial yang meliputi tahapan analisis, desain, pengkodean, pengujian, dan pemeliharaan [7]. Tahapan ini berurutan dimulai dari analisis kebutuhan, pembuatan desain sistem, implementasi kode, pengujian sistem, hingga pemeliharaan sistem.

Metode pengembangan sistem pakar melibatkan serangkaian tahapan, dimulai dengan analisis kebutuhan pengguna yang didokumentasikan dalam *System Requirement Specification* (SRS). Tahap selanjutnya adalah desain, di mana struktur data, arsitektur perangkat lunak, dan antarmuka pengguna dirancang untuk mengimplementasikan kebutuhan yang telah dianalisis. Proses ini kemudian dilanjutkan dengan pengkodean, di mana desain diterjemahkan menjadi program komputer. Setelah itu, dilakukan pengujian untuk memastikan fungsionalitas dan identifikasi kesalahan. Tahap terakhir adalah pendukung dan pemeliharaan, di mana sistem dapat diperbarui sesuai kebutuhan baru dengan kembali ke tahap analisis spesifikasi.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Penelitian

Table 1. Data Gejala Tuberkulosis Paru

No	Gejala TB Paru	Deskripsi Gejala Positif
1	Batuk terus menerus Rentang : (1-30 hari)	Batuk yang berlangsung terus menerus selama 2 minggu atau lebih (Dialami Semua Pasien). Disertai dahak yang umumnya berwarna putih bersih, hijau, kuning.
2	Sesak nafas Tingkatan: (1-10)	Kesulitan bernafas atau merasa sulit untuk bernapas. (Dialami Beberapa Pasien)
3	Dada terasa nyeri Tingkatan: (1-10)	Sensasi nyeri atau tidak nyaman di bagian dada. (Dialami Semua Pasien)
4	Demam menjelang malam Rentang : (1-30 hari)	Peningkatan suhu tubuh yang berlangsung selama beberapa hari sebelum pemeriksaan. (Dialami Semua Pasien)
5	Berkeringat di malam hari Rentang : (1-30 hari)	Mengalami keringat berlebihan terutama pada malam hari tanpa adanya aktivitas fisik yang berlebihan. (Dialami Semua Pasien)

No	Gejala TB Paru	Deskripsi Gejala Positif
6	Tidak nafsu makan Rentang : (1-30 hari)	Kehilangan selera makan secara signifikan. (Dialami Semua Pasien)
7	Penurunan berat badan Tingkatan: (1-10 kg)	Penurunan berat badan yang drastis dalam waktu singkat. (Dialami Semua Pasien)

3.2 Pemodelan Logika Fuzzy Tsukamoto

Pemodelan logika fuzzy Tsukamoto merupakan pendekatan dalam sistem kontrol fuzzy. Proses dimulai dengan diagnosa berdasarkan gejala pasien oleh pakar, menghasilkan nilai numerik yang diubah menjadi bentuk fuzzy melalui fuzzifikasi. Selanjutnya, metode penalaran Tsukamoto digunakan untuk mengatur aturan fuzzy dan menghasilkan keluaran fuzzy baru, yang kemudian diproses melalui defuzzifikasi. Hasilnya adalah nilai numerik baru untuk menentukan penyakit dan penanganan yang tepat bagi pasien.

3.2.1. PENGABURAN (Fuzzyfication)

Fuzzifikasi merupakan tahap untuk mengubah data masukan berupa nilai tegas menjadi nilai fuzzy[9]. Dalam penelitian ini, beberapa variabel digunakan untuk mendiagnosa penyakit tuberkulosis paru pada tahap awal, seperti batuk, demam, keringat dingin, nyeri dada, sesak napas, nafsu makan, dan berat badan. Pembentukan himpunan fuzzy digunakan untuk mendefinisikan nilai-nilai masukan tersebut. Semesta pembicaraan ditentukan berdasarkan data terendah dan tertinggi dari variabel masukan dan keluaran[10]. Berikut adalah semesta pembicara pada penelitian ini :

Table 2. Fuzzyfication

Fungsi	Nama Variabel	Semesta
INPUT	Batuk	[7,30]
	Demam	[7,30]
	Keringat Dingin	[7,30]
	Nyeri Dada	[1,10]
	Sesak Napas	[1,10]
	Nafsu Makan	[7,30]
	Berat Badan	[1,10]
OUTPUT	Terindikasi	[0,1]

Dari Table 2 diatas dapat dijabarkan untuk setiap variable nya seperti pada table 3 dibawah ini.

Table 3. Perhitungan Fuzzy

Nama Himpunan Fuzzy	Kurva Variabel	Rumus Himpunan
Variabel Batuk		$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} 0 & ; 7 \leq x \\ \frac{x-7}{30-7} & ; 7 \leq x \leq 30 \\ 1 & ; 30 \geq x \end{cases}$ $\mu_{Parah}(x) = \begin{cases} 0 & ; 30 \geq x \\ \frac{30-x}{30-7} & ; 7 \leq x \leq 30 \\ 1 & ; 7 \leq x \end{cases}$ <p>x = nilai <i>input</i> yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy</p>
Variabel Demam		$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} 0 & ; 7 \leq x \\ \frac{x-7}{30-7} & ; 7 \leq x \leq 30 \\ 1 & ; 30 \geq x \end{cases}$ $\mu_{Tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; 30 \geq x \\ \frac{30-x}{30-7} & ; 7 \leq x \leq 30 \\ 1 & ; 7 \leq x \end{cases}$ <p>x = nilai <i>input</i> yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy</p>

Nama Himpunan Fuzzy	Kurva Variabel	Rumus Himpunan
Variabel Keringat Dingin		$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} 0 & ; 7 \leq x \\ \frac{x-7}{30-7} & ; 7 \leq x \leq 30 \\ 1 & ; 30 \geq x \end{cases}$ $\mu_{Tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; 30 \geq x \\ \frac{30-x}{30-7} & ; 7 \leq x \leq 30 \\ 1 & ; 7 \leq x \end{cases}$ <p>x = nilai <i>input</i> yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy</p>
Variabel Nyeri Dada		$\mu_{Tidak}(x) = \begin{cases} 0 & ; 1 \leq x \\ \frac{x-1}{10-1} & ; 1 \leq x \leq 10 \\ 1 & ; 10 \geq x \end{cases}$ $\mu_{Ya}(x) = \begin{cases} 0 & ; 10 \geq x \\ \frac{10-x}{10-1} & ; 1 \leq x \leq 10 \\ 1 & ; 1 \leq x \end{cases}$ <p>x = nilai <i>input</i> yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy</p>
Variabel Sesak Nafas		$\mu_{Tidak}(x) = \begin{cases} 0 & ; 1 \leq x \\ \frac{x-1}{10-1} & ; 1 \leq x \leq 10 \\ 1 & ; 10 \geq x \end{cases}$ $\mu_{Ya}(x) = \begin{cases} 0 & ; 10 \geq x \\ \frac{10-x}{10-1} & ; 1 \leq x \leq 10 \\ 1 & ; 1 \leq x \end{cases}$ <p>x = nilai <i>input</i> yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy</p>
Variabel Nafsu Makan		$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} 0 & ; 7 \leq x \\ \frac{x-7}{30-7} & ; 7 \leq x \leq 30 \\ 1 & ; 30 \geq x \end{cases}$ $\mu_{Turun}(x) = \begin{cases} 0 & ; 30 \geq x \\ \frac{30-x}{30-7} & ; 7 \leq x \leq 30 \\ 1 & ; 7 \leq x \end{cases}$ <p>x = nilai <i>input</i> yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy</p>
Variabel Berat Badan		$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} 0 & ; 1 \leq x \\ \frac{x-1}{10-1} & ; 1 \leq x \leq 10 \\ 1 & ; 10 \geq x \end{cases}$ $\mu_{Turun}(x) = \begin{cases} 0 & ; 10 \geq x \\ \frac{10-x}{10-1} & ; 1 \leq x \leq 10 \\ 1 & ; 1 \leq x \end{cases}$ <p>x = nilai <i>input</i> yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy</p>

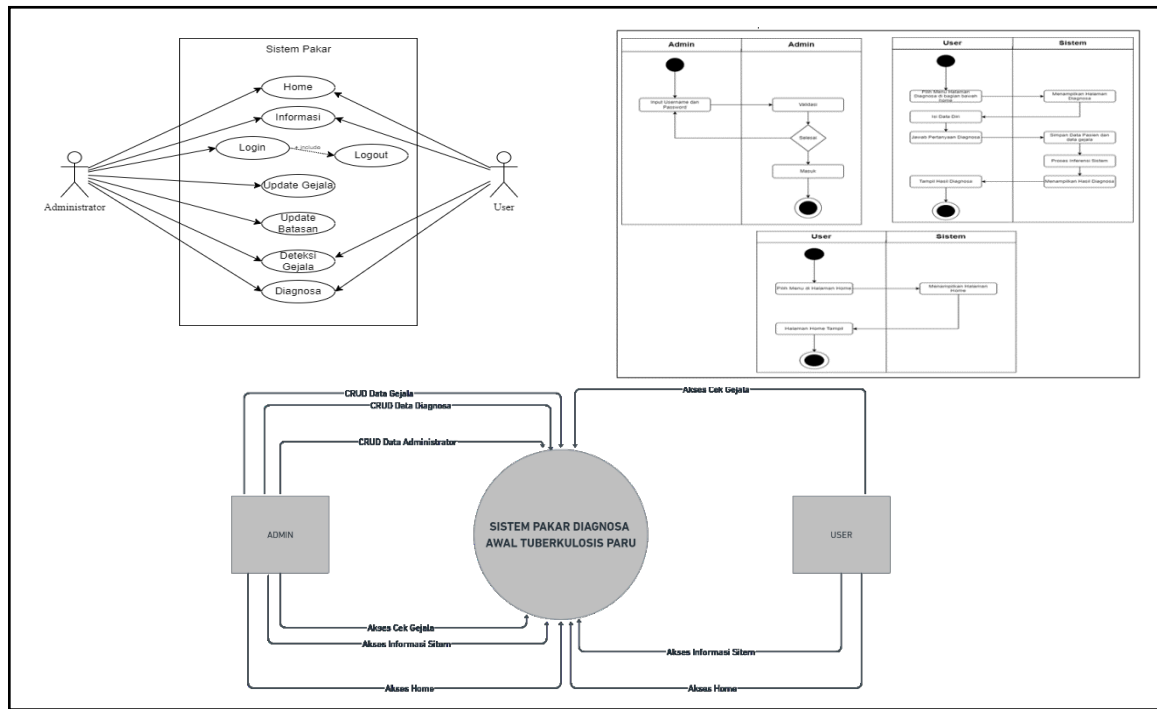
3.2.2. PEMBENTUKAN ATURAN FUZZY TSUKAMOTO

Setelah proses fuzzifikasi, langkah berikutnya adalah membentuk aturan fuzzy yang menggambarkan hubungan antara *input* dan *output*. Aturan ini dirancang melalui kombinasi kondisi-kondisi yang disebut aturan keputusan, terdiri dari tiga bagian pendahulu dan satu bagian konsekuensi yang dihubungkan dengan operator "and". Proses ini menjelaskan pemetaan antara *input* dan *output* dengan frase "if-then". Dalam penelitian ini, terdapat total 128 aturan (*rule*) yang dihasilkan berdasarkan tiga himpunan fuzzy. Setiap aturan dalam tabel tersebut menunjukkan data dari tujuh variabel gejala tuberkulosis paru, dengan angka 1 menunjukkan hasil positif dan angka 0 menunjukkan hasil negatif, yang didapatkan melalui perhitungan permutasi faktorial.

3.3 Perancangan Sistem

3.3.1. Perancangan Pemodelan Dengan UML

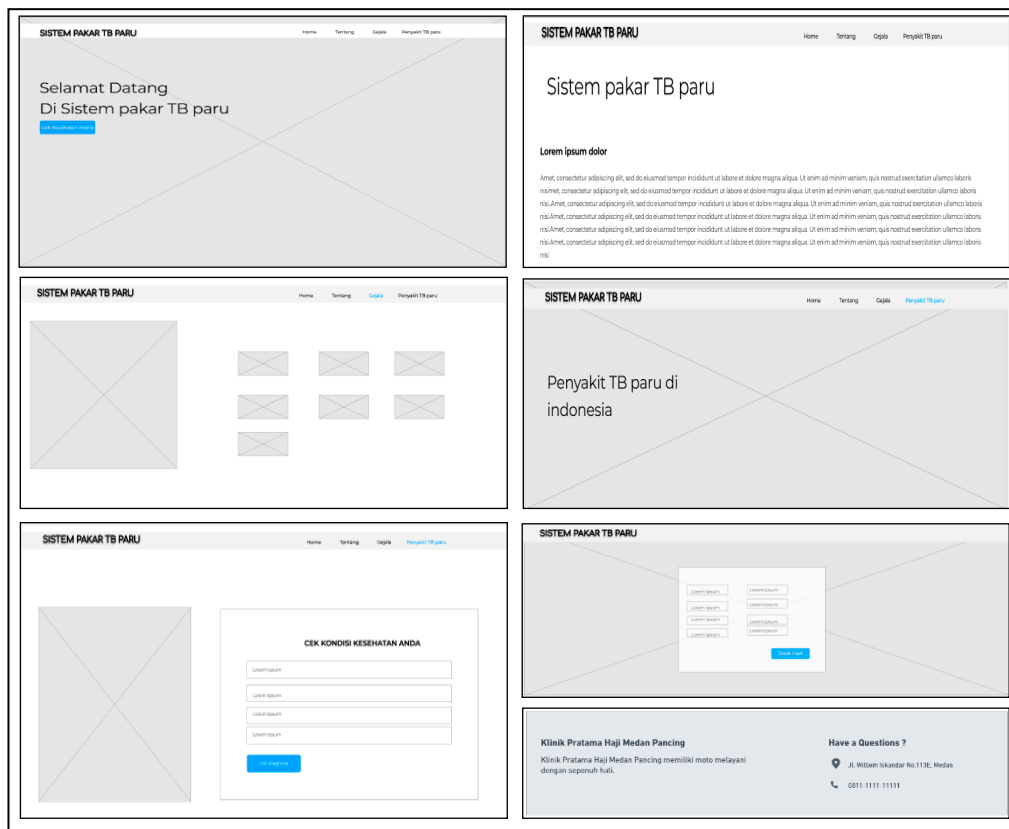
Unified Modeling Language (UML) merupakan standar bahasa yang luas digunakan dalam industri untuk mendefinisikan kebutuhan, melakukan analisis dan desain, serta menggambarkan arsitektur dalam pemrograman berorientasi objek[11]. Dalam penelitian ini, metode UML yang digunakan meliputi *Activity Diagram*, *Use Case Diagram*, *DFD Level 0*, dan tergambar pada gambar 3 dibawah ini.



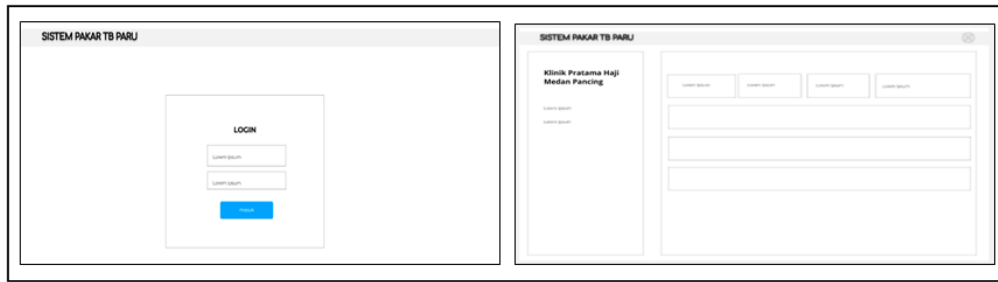
Gambar 3. Perancangan UML

3.3.1. Perancangan User Interface

Perancangan *User Interface* adalah titik interaksi dan komunikasi antara pengguna dan sistem computer[12]. *User Interface* mencakup segala aspek yang memungkinkan pengguna untuk mengoperasikan dan berinteraksi dengan perangkat lunak atau perangkat keras, seperti tombol, ikon, menu, dan layar tampilan. Pada gambar 4 disajikan tampilan dari perancangan sistem dari *role end user* sedangkan pada gambar 5 disajikan tampilan dari perancangan sistem dari *role pakar*.



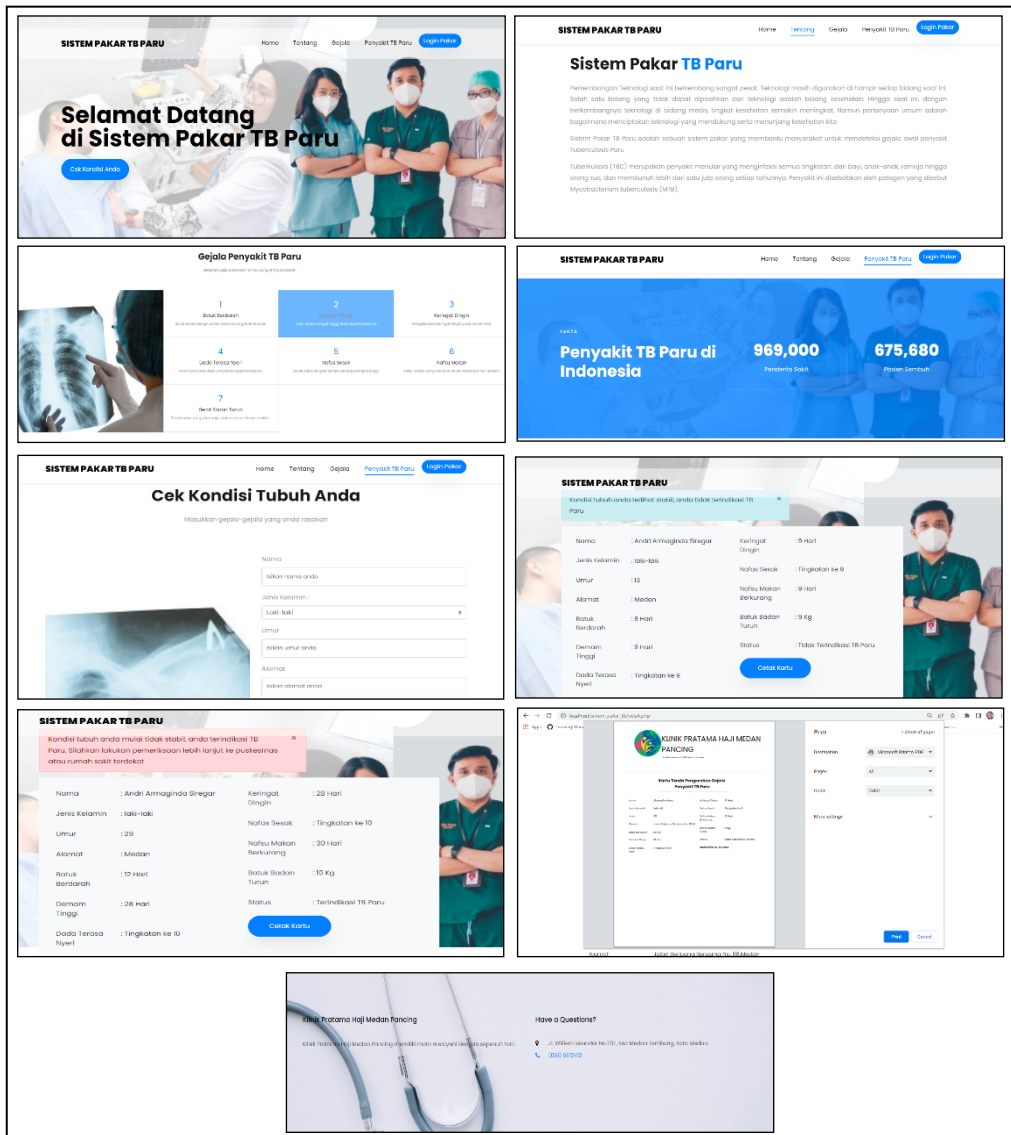
Gambar 4. Perancangan User Interface End User



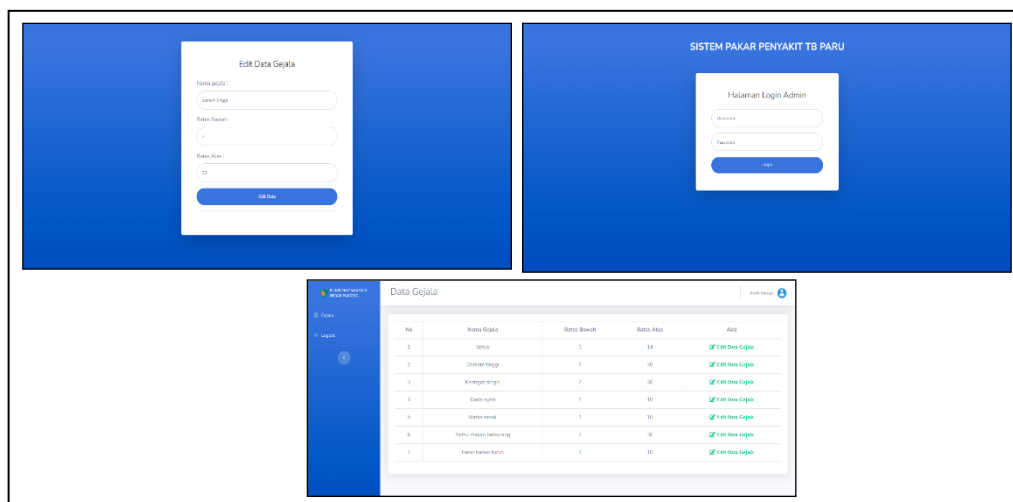
Gambar 5. Perancangan *User Interface* Pakar

3.4 Implementasi Sistem

Setelah melakukan observasi, pemodelan, hingga perancangan sistem, tahap selanjutnya adalah implementasi sistem yang diimplementasikan melalui kode program. Pada tahap ini, rancangan yang telah dibuat diterjemahkan ke dalam kode-kode pemrograman yang dapat dieksekusi oleh komputer. Pada gambar 6 disajikan tampilan dari implentasi sistem dari *role end user* dan gambar 7 dari *role pakar*.



Gambar 6. Implementasi sistem *Role User*



Gambar 7. Implementasi sistem *Role* Pakar

4 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa implementasi *Fuzzy Inference System Tsukamoto* telah membuktikan efektivitasnya dalam diagnosis dini Tuberkulosis Paru. Sistem pakar yang dikembangkan mampu menganalisis gejala klinis pada tahap awal dengan menggunakan data terpercaya dari literatur medis dan observasi lapangan. Implementasi ini memberikan solusi efektif dalam menganalisis gejala-gejala Tuberkulosis Paru, memberikan alat bantu bagi tenaga medis dalam proses diagnosis. Dibangun melalui antarmuka website, sistem pakar ini dapat diakses dengan mudah dan memberikan aksesibilitas yang luas bagi pengguna.

Dalam konteks saran untuk penelitian berikutnya, disarankan untuk melakukan validasi klinis lebih lanjut dengan melibatkan lebih banyak praktisi medis dan institusi medis. Selain itu, mempertimbangkan penggunaan metode atau algoritma lain sebagai pembanding, serta integrasi data tambahan seperti hasil tes laboratorium atau citra medis untuk meningkatkan akurasi diagnosa, dapat menjadi langkah-langkah penting. Terakhir, fokus pada pengembangan antarmuka website untuk meningkatkan pengalaman pengguna akan menjadi strategi yang baik untuk meningkatkan adopsi teknologi ini di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Klinik Pratama Haji Medan Pancing atas bantuannya dalam segala proses penelitian. Terima kasih yang sebesar-besarnya juga penulis sampaikan kepada dosen pembimbing skripsi penulis, yaitu Bapak Saiful Amir S.Sos., MA dan Bapak Furqan Khalidy, BIT., Msc.IT, atas bimbingan dan dukungan mereka selama penelitian ini.

Penulis juga berterima kasih kepada Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Utara yang telah memberikan fasilitas dan dukungan selama masa studi dan penelitian ini. Tak lupa, penulis menyampaikan apresiasi kepada Yayasan Basmudera Budaya Teknologi Indonesia serta BilikBecakap Platform yang telah memberikan dukungan dalam berbagai aspek selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Amrizal and Q. Aini, *Kecerdasan Buatan*, 2013.
- [2] B. Yanti, "Penyuluhan Pencegahan Penyakit Tuberkulosis (Tbc) Era New Normal," *Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 4, no. 1, p. 325, 2021, doi: 10.31604/jpm.v4i1
- [3] Kemkes.go.id, "Melalui Kegiatan INA – TIME 2022 Ke-4, Menkes Budi Minta 90% Penderita TBC Dapat Terdeteksi di Tahun 2024 – P2P Kemenkes RI," [Online]. Available:

- <https://p2p.kemkes.go.id/melalui-ina-time-2022-ke-4-menkes-budi-minta-90-penderita-tbc-dapat-terdeteksi-di-tahun-2024/>. [Accessed: Sep. 3, 2023].
- [4] S. Miftaviana, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Paru-Paru Dengan Metode Case Based Reasoning (CBR) Berbasis Web," Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau, 2022.
 - [5] I. A. Nasrulloh, "PENERAPAN FUZZY INFERENCE SYSTEM DENGAN METODE TSUKAMOTO PADA PREDIKSI JUMLAH PRODUKSI KRUPUK KULIT RAMBAK," Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Ponorogo, 2023.
 - [6] F. Sarie, I. N. T. Sutaguna, S. S. Par, M. Par, I. P. Suraoka, S. ST, and I. T. W. Massenga, Metodologi penelitian, Cendikia Mulia Mandiri, 2023.
 - [7] A. Z. D. N. Adiya, D. L. Anggraeni, and I. Albana, "Analisa Perbandingan Penggunaan Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak (Waterfall, Prototype, Iterative, Spiral, Rapid Application Development (RAD))," Mercurius: Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika, vol. 2, no. 4, pp. 122-134, 2024, doi : 10.61132/mercurius.v2i4.148.
 - [8] B. K. A. Alfari, T. Hastono, and W. N. Aziza, "Penentuan Bonus Karyawan Menggunakan Fuzzy Mamdani: (Studi Kasus PT. ABC)," Mars: Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Ilmu Komputer, vol. 2, no. 2, pp. 34-44, 2024, doi : 10.61132/mars.v2i2.90
 - [9] J. Chen and G. Gustientiedina, "Implementasi Fuzzy Expert System Mendeteksi Penyakit Parkinson Berbasis Mobile," in Seminar Nasional Informatika (SENATIKA), Jan. 2024, pp. 11-22.
 - [10] C. Putri Maharani, "Sistem Pakar untuk Deteksi Kerusakan Inkubator Bayi dengan Metode Fuzzy Logic," Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang, 2023.
 - [11] D. T. Yanti and I. Hidayanti, "Perancangan Sistem Informasi Pendataan Paspor yang Tercetak pada Kantor Imigrasi Kelas I TPI Palembang," in Prosiding Seminar Sosial Politik, Bisnis, Akuntansi dan Teknik, vol. 5, pp. 588-595, Dec. 2023, doi : 10.32897/sobat.2023.5.0.3129
 - [12] K. Rochmanila, "Perancangan User Interface dan User Experience Pada Aplikasi Bergerak Donor Darah menggunakan Metode User Centered Design (UCD)," Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia, 2024.