

Aplikasi Diagnosa Penyakit Tuberkulosis Menggunakan Metode Logika Fuzzy**Moh. Latif Ma'ruf¹, Donny Avianto²**muhlatifmaruf@gmail.com¹, donny.avianto.kuliahdaring@gmail.com²^{1,2} Universitas Teknologi Yogyakarta**Informasi Artikel**

Diterima : 3 Des 2024
Direvisi : 28 Des 2024
Disetujui : 30 Des 2024

Kata Kunci

Tuberkulosis, diagnosa,
paru-paru, penyakit,
Logika Fuzzy

Abstrak

Tuberkulosis (TB) adalah penyakit serius yang menyerang paru-paru dan sering tidak terdeteksi karena gejalanya mirip flu biasa. Pada tahun 2022, Indonesia mencatat lebih dari 700 ribu kasus TB, dengan tantangan utama berupa antrean panjang di rumah sakit yang memperlambat pelayanan. Teknologi informasi, terutama dalam diagnosis TB, berpotensi mempercepat penanganan. Dengan jumlah kasus mencapai 969 ribu dan 93 ribu kematian per tahun, diperlukan sistem diagnosis dini untuk mengurangi keterlambatan. Fuzzy logic, pendekatan kecerdasan buatan, mampu menangani ketidakpastian dan kompleksitas melalui aturan "IF... THEN" dan proses defuzzifikasi yang menghasilkan nilai konkret. Implementasi fuzzy logic diharapkan meningkatkan efektivitas dan efisiensi diagnosis serta penanganan TB. Berdasarkan hasil analisis, desain, dan implementasi aplikasi diagnosis TB berbasis fuzzy logic, sistem ini telah memberikan hasil yang sesuai dengan harapan melalui pengujian black box. Meskipun aturan dalam sistem sudah baik, menambah lebih banyak aturan dapat meningkatkan akurasi dan performa sistem, sehingga fuzzy logic berpotensi menjadi solusi efektif dalam memperbaiki diagnosis dan penanganan TB.

Keywords

*Tuberculosis, diagnose,
lungs, disease, Fuzzy Logic*

Abstract

Tuberculosis (TB) is a severe lung disease that often goes undetected because its symptoms are similar to those of a common cold. In 2022, Indonesia recorded over 700,000 TB cases, with one of the primary challenges being long hospital queues that delayed services. Advances in information technology, particularly in TB diagnosis, have the potential to speed up patient handling. With cases reaching 969,000 and 93,000 deaths annually, an early diagnosis system is essential to minimize delays. Fuzzy logic, an artificial intelligence approach, effectively manages uncertainty and complexity through "IF...THEN" rules and a defuzzification process that produces concrete outcomes. Implementing fuzzy logic is expected to enhance the effectiveness and efficiency of TB diagnosis and treatment. Through the analysis, design, and implementation of a fuzzy logic-based TB diagnostic application, the system has delivered results that meet expectations, as verified through black box testing. While the current system rules are effective, adding additional rules could further improve system accuracy and performance, making fuzzy logic a promising solution for enhancing TB diagnosis and management.

A. Pendahuluan

Tuberkulosis (TB) merupakan salah satu penyakit paling mematikan di dunia yang menyerang berbagai kelompok usia, termasuk lansia, dewasa muda, dan anak-anak. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, yang menular melalui udara dan menyerang saluran pernapasan bawah. Bakteri umumnya masuk ke paru-paru, memulai apa yang disebut fokus primer [1], namun mereka juga dapat menyebar ke organ lain seperti otak, tulang belakang, dan ginjal [2].

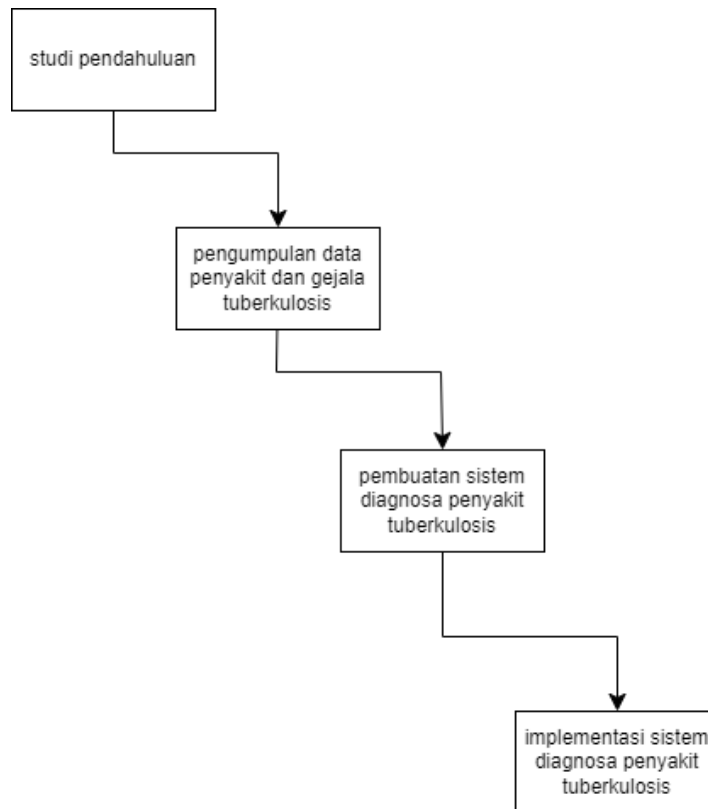
Tuberkulosis menjadi penyakit menular paling mematikan dan menempati peringkat ketiga sebagai penyebab utama kematian di Indonesia, dengan sekitar 88.000 kematian setiap tahun. Sebagian besar penderita TB berada pada usia produktif, yaitu antara 15 hingga 55 tahun. Risiko penularan TB dipengaruhi oleh sistem kekebalan tubuh yang lemah akibat infeksi HIV/AIDS atau malnutrisi, serta faktor lingkungan seperti ventilasi buruk, kepadatan penduduk, kebiasaan hidup, kondisi perumahan, durasi paparan, dan konsentrasi bakteri [3]. Pada tahun 2021, Kementerian Kesehatan beserta tenaga kesehatan berhasil mengidentifikasi lebih dari 969.000 kasus TB, atau 354 kasus per 100.000 orang, serta 22.000 kasus TB-HIV, setara dengan 8,1 per 100.000 orang. Jumlah kematian akibat TB diperkirakan mencapai 144.000 atau 52 per 100.000 orang, sedangkan kematian akibat TB-HIV mencapai 6.500 atau 2,4 per 100.000 orang, menjadikan angka ini yang tertinggi sejak TB menjadi prioritas kesehatan nasional [4].

Rumah sakit adalah fasilitas kesehatan yang menyediakan berbagai layanan medis, termasuk rawat inap, rawat jalan, layanan darurat, dan pengobatan TB [5]. Namun, banyak orang mengalami kesulitan mengakses layanan ini akibat waktu tunggu yang panjang dan ketersediaan yang terbatas, yang sering kali menghalangi mereka memperoleh diagnosis dini dan tepat waktu. Hal ini menyebabkan beberapa pasien mendapatkan perawatan hanya saat penyakitnya sudah parah. Fuzzy logic, pendekatan dalam pemrograman komputer dan artificial intelligence, menawarkan metode yang mampu menangani ketidakpastian dan kompleksitas dalam dunia nyata. Pendekatan ini memungkinkan suatu nilai menjadi benar atau salah berdasarkan derajat keanggotaannya [6].

Fuzzy logic menggunakan istilah linguistik untuk mewakili fuzzy, atau ketidakpastian, yang tidak ditemukan dalam logika biner tradisional, karena fuzzy logic memungkinkan variabel memiliki derajat keanggotaan dalam himpunan fuzzy. Dengan bantuan himpunan fuzzy dan fungsi keanggotaan, sistem ini mengolah informasi yang tidak pasti dan membuat evaluasi yang lebih fleksibel. Sistem berbasis fuzzy mengandalkan aturan “jika... maka” untuk meniru pengambilan keputusan manusia, berdasarkan pengetahuan dan pengalaman. Biasanya, hasil akhir dari proses ini berupa himpunan fuzzy yang memerlukan defuzzifikasi untuk menghasilkan nilai konkret yang dapat digunakan secara praktis. Fuzzy logic telah terbukti berhasil diterapkan di berbagai bidang seperti kontrol sistem, pengambilan keputusan, dan kecerdasan buatan, menunjukkan kemampuannya dalam menangani kompleksitas dan ketidakpastian dalam dunia nyata [7].

B. Metode Penelitian

Berikut merupakan tahapan pada penelitian ini di lakukan:



Gambar 1. Metode penelitian

Penelitian ini memanfaatkan data tentang gejala dan tipe tuberkulosis, yang dikumpulkan melalui wawancara dengan seorang spesialis di Yogyakarta. Setelah data dianalisis, sistem diagnostik untuk tuberkulosis akan dikembangkan dengan memasukkan beberapa rancangan, termasuk diagram konteks, data flow diagram (DFD), entity relationship diagram (ERD), flowchart, dan desain antarmuka. Pada tahap implementasi, rancangan ini akan diubah menjadi aplikasi berbasis web menggunakan bahasa pemrograman Python. Visual Studio Code digunakan untuk menulis kode Python yang diperlukan dalam pembuatan sistem perhitungan Fuzzy Mamdani, sementara Google Chrome digunakan untuk menampilkan hasil sistem. Dari segi perangkat keras, sistem ini dijalankan pada komputer dengan prosesor Intel Core™ i5, RAM 8 GB, dan SSD 512 GB sebagai media penyimpanan.

1. Pengumpulan data

Data berasal dari hasil wawancara dengan dokter spesialis paru-paru Salah satu Rumah sakit di Yogyakarta.

a. Data Penyakit

Tabel dibawah merupakan tabel yang di gunakan sebagai variabel diagnosa pada penelitian ini

Tabel 1. Data Penyakit

NO	Penyakit	Gejala Gejala
1	Tuberkulosis Paru	Batuk

		Nyeri dada/Sesak nafas
		Demam
		Berat badan menurun
		Kesadaran menurun
2	Tuberkulosis Otak	Nyeri Kepala
		Pusing
		Demam
		Berat badan menurun
		Kesadaran menurun
3	Tuberkulosis Tulang punggung	Demam
		Keringat malam hari
		Sakit punggung
		Bengkak tulang punggung
		Bungkuk
		Benjol pada pangkal paha
4	Tuberkulosis Kulit	Demam
		Berat badan menurun
		Keringat malam hari
		Benjol pada kulit
		Kulit bersisik
		Mudah capek
5	Tuberkulosis hati	Demam
		Berat badan menurun
		Nyeri perut
		Liver membesa
		Badan menguning

b. Data Gejala

Tabel berikut berisikan gejala penyakit dengan kode gejala, yang digunakan sebagai kriteria dan inputan dalam sistem.

Tabel 2. Data Gejala

Gejala	Kode
Batuk	G01
Nyeri dada	G02
Nyeri di kepala	G03
Pusing	G04
Demam	G05
Berat badan turun	G06
Berkeringat malam hari	G07
Sakit pada punggung	G08
Bengkak pada tulang punggung	G09
Kesadaran menurun	G10
Bungkuk	G11
Benjol di pangkal paha	G12
Benjolan di kulit	G13
Kulit bersisik	G14
Nyeri perut	G15
Liver membesar	G16

Badan menguning	G17
Mudah capek	G18

c. Tabel aturan

Berikut merupakan aturan yang digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 3. Tabel aturan

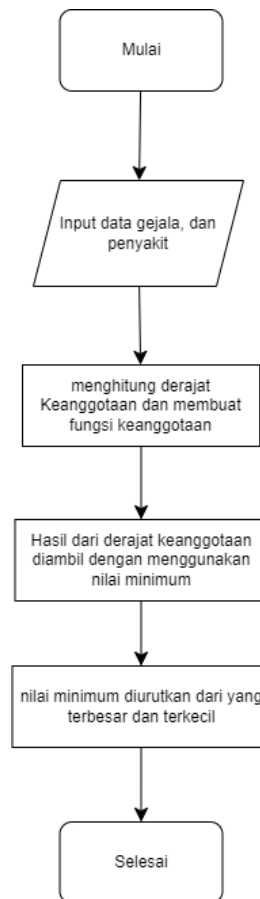
Aturan	Gejala (If)	Penyakit (Then)
1	G01, G02, G05, G06, G10	Tuberkulosis Paru
2	G03, G04, G05, G06, G10	Tuberkulosis otak
3	G05, G07, G08, G09, G11, G12	Tuberkulosis tulang punggung
4	G05, G06, G07, G13, G14, G18	Tuberkulosis kulit
5	G05, G06, G15, G16, G17	Tuberkulosis hati

2. Perancangan sistem

Pengembangan model konseptua; dengan cara mengidentifikasi entitas, relasi dan konstrain dari domain permasalahan.

a. Flowchat

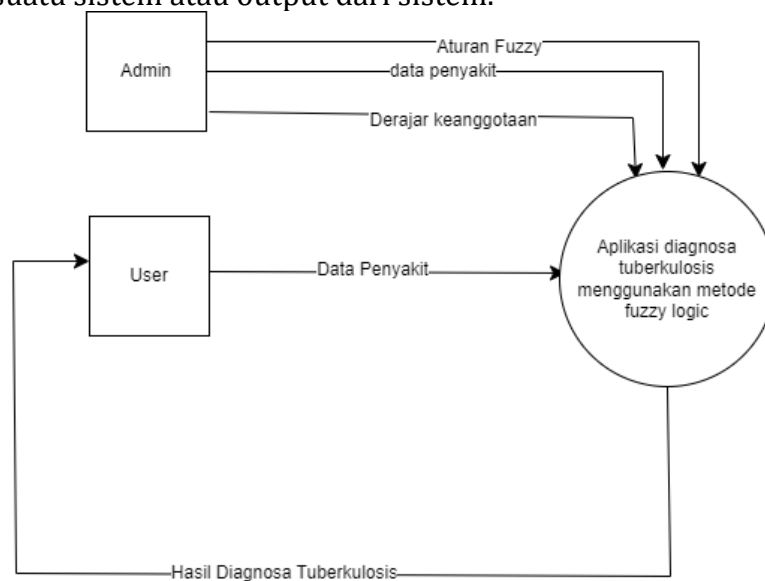
Gambar 2 menjelaskan tentang mekanisme dari alur yang di terapkan dalam sistem ini, dimulai dari menginputkan gejala, mengatur derajat keanggotaan, menerapkan dan mengafaluasi aturan fuzzy, mengonfersikan hasil fuzzy menjadi konkret, sehingga mendapatkan output.



Gambar 2. flowchart

b. Diagram Konteks

Diagram konteks adalah diagram yang menggambarkan ruang lingkup suatu sistem. Diagram konteks ini merupakan bagian dari level tertinggi Data Flow Diagram (DFD) yang menggambarkan seluruh input ke suatu sistem atau output dari sistem.



Gambar 3. Diagram konteks

C. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini mencakup penerapan metode fuzzy Mamdani dalam diagnosis tuberkulosis. Sistem dikembangkan menggunakan HTML, Python, dan Flask, dengan prototipe yang dibangun dalam empat tahap: halaman Beranda, halaman Tentang, halaman pemeriksaan tuberkulosis, dan halaman hasil pemeriksaan. Pada tampilan beranda, yang merupakan halaman pertama yang dilihat pengguna saat mengakses situs, terdapat tiga menu utama di sudut kiri atas: Beranda, Tentang, dan Cek, yang mencerminkan halaman-halaman inti situs. Selain itu, halaman beranda memberikan gambaran umum tentang aplikasi dan menyertakan tombol cek, yang ketika diklik akan membawa pengguna ke halaman pemeriksaan tuberkulosis.

Halaman kedua adalah halaman yang menyediakan informasi mengenai tuberkulosis. Halaman ini mencakup rincian mengenai penyakit, cara penularannya, gejala utama, serta metode pencegahan, memberikan pengguna pemahaman menyeluruh tentang tuberkulosis secara global.

Halaman selanjutnya adalah halaman utama diagnosis, tempat pengguna dapat memasukkan gejala yang mereka alami. Hal ini memungkinkan sistem untuk melakukan perhitungan dan memberikan hasil diagnosis terkait kemungkinan tuberkulosis pada pengguna.

Halaman output menampilkan hasil yang dihasilkan oleh program setelah pengguna memasukkan nama, usia, jenis kelamin, dan gejala yang dialami. Halaman ini memberikan informasi mengenai jenis tuberkulosis yang mungkin diderita oleh pengguna.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa output sesuai dengan harapan peneliti, berhasil mengidentifikasi jenis tuberkulosis dari data yang dimasukkan pengguna. Aturan yang diterapkan dalam penelitian ini telah memberikan hasil positif, namun menambah lebih banyak aturan dapat meningkatkan akurasi prediksi sistem diagnosis tuberkulosis ini.

Aplikasi yang dikembangkan melalui penelitian ini menunjukkan hasil yang sangat baik. Evaluasi dilakukan melalui metode pengujian kotak hitam, dan temuan disajikan dalam tabel berikut [8]:

Tabel 4. Blackbox Testing

No.	pengujian	Test case	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	kesimpulan
1	Saat menu home di klik	Klik menu home	Tampilan halaman utama	Sesuai harapan	Valid
2	Saat menu about di klik	Klik menu about	Tampilan halaman penjelasan tuberkulosis	Sesuai harapan	Valid
3	Saat menu cek di klik	Klik menu cek	Tampilan halaman inputan	Sesuai harapan	Valid
4	Menginputkan	Input	Dapat	Sesuai	Valid

	nama	nama	menginputkan	harapan	
5	Menginputkan umur	Input umur	nama Dapat menginputkan umur hanya dengan angka	Sesuai harapan	Valid
6	Memilih jenis kelamin	Klik button dan pilih jenis kelamin	Ada list laki-laki dan Perempuan	Sesuai harapan	Valid
7	Menginputkan gejala penyakit	Pilih form check box	Terdapat centang biru pada check box yang di pilih	Sesuai harapan	Valid
8	Klik button submit	Klik button submit	Menampilkan halaman yang berisikan hasil inputan nama, umur, jenis kelamin, dan hasil diagnosa berdasarkan gejala yang dipilih	Sesuai harapan	Valid

D. Simpulan

Hasil dari proses analisis, perancangan, dan implementasi pada pembuatan aplikasi diagnosa tuberkulosis menggunakan metode fuzzy logic diatas menunjukkan hasil output yang dihasilkan sudah sesuai dengan harapan peneliti, karna dapat mendeteksi jenis penyakit tuberkulosis dengan inputan yang diberikan pengguna, aturan yang di pakai pada sistem ini sudah menunjukkan hasil yang cukup, akan tetapi akan jauh lebih baik jika ditambahkan lebih banyak aturan. aplikasi yang di buat menunjukkan hasil yang baik, hal ini di uji menggunakan pengujian aplikasi dengan metode black box testing.

hasil yang di hasilkan sudah sesuai dengan harapan peneliti tetapi tetap memiliki kesalahan berupa Ketika user menginputkan lebih dari rule yang sudah di tetapkan sistem tidak dapat menjalankan sistem dengan semestinya. Oleh karena itu perlu di tambahkan beberapa rule atau metode yang dapat membuat sistem bekerja lebih baik

E. Referensi

- [1] Mardiono, S., Saputra, A. U., Keperawatan, P. I., Kader Bangsa, U., & Corresponding Author, P. (2022). Penyuluhan Dukungan Keluarga Dalam Pemberian obat pada Pasien TB Paru di Puskesmas 23 ilir kota Palembang 2022. *Indonesian Journal Of Community Service*, 2.
- [2] Indra, Z., & Harahap, R. P. (2022). Pengembangan Sistem pakar untuk diagnosa penyakit TBC di masa pandemi dengan menggunakan metode forward chaining di puskesmas Medan Johor. *KARISMATIKA*, 8(3).
- [3] Lestyaningrum, A. D., & Anardani, Sri. (2017). Rancang Bangun Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tuberkulosis (TBC) dengan Metode Forward Chaining. In *Journal of Computer and Information Technology E-ISSN* (Vol. 1, Issue 1).
- [4] kementerian kesehatan. (n.d.). Laporan Program Penanggulangan Tuberkulosis Tahun 2022 Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2023.
- [5] Sari, R. F., Martini, M., Raharjo, M., Studi, P., Kesehatan, M., Universitas, M., Semarang, D., Epidemiologi, B., Tropik, P., Undip, F., & Undip, L. (2023). *The Indonesian Journal of Health Promotion. MPPKI*, 6(4). <https://doi.org/10.31934/mppki.v2i3>.
- [6] Novianti, N., Pribadi, D., Saputra, R. A., Nusa, S., & Sukabumi, M. (2018). Sistem Pakar Diagnosa Pulmonary TB Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *JURNAL INFORMATIKA*, 5(2).
- [7] Sinaga Nauli, M., Astuti Hasibuan, N., & Hatuaon Sihite, A. M. (2020). Sistem Pakar Diagnosa Kifosis Menerapkan Metode Fuzzy Mamdani. *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi Dan Komputer)*, 4(1).
- [8] Nur Cholifah, W., & Melati Sagita, S. (2018). Pengujian Black Box Testing Pada Aplikasi Action & Strategy Berbasis Android Dengan Teknologi Phonegap. In *Jurnal String* (Vol. 3, Issue 2).
- [9] Singh, Y., & Saha, S. (2010). A survey on software testing techniques using genetic algorithms. *International Journal of Computer Science Issues*, 7(5), 169-176.
- [10] Desmulyati. (2015). Diagnosa penyakit tuberkulosis (TBC) menggunakan sistem neuro fuzzy. *Jakarta: Techno Nusa Mandiri*, 12(2).
- [11] Deus, Liliana., Istiadi, Marisa, & Fitri. (2022). Rancangan Bangun Sistem Pakar Pendiagnosa Penyakit Tuberkulosis(TBC) Menggunakan metode Dempster Shafer. Malang, *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH2022)*, 2622-1284.
- [12] Ulan bani, Alexius, & Nugroho Fito. (2020). Sistem Pakar Dalam Diagnosa Penyakit Tuberkulosis Otak Menggunakan Metode Certainty Factor. Jakarta. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*. (Vol. 4, No. 4).
- [13] Yanuardi. (2019). Rancang bangun Aplikasi Diagnosa penyakit umum berbasis Android pad klinik Citra Raya Medika. *Jurnal Teknik Informatika (JIKA) Universitas Muhammadiyah Tangerang*. 2549-0710.
- [14] Walingkas H, Ocsa P, Saian N. (2023). Penerapan Framework Flask pada Pembangunan Sistem Informasi Pemasok Barang. Jawa Tengah. (Vol. 7, No.2).
- [15] Kartika sari, Girin., Sarifudin, Setiawati, Tri. (2022). Tuberkulosis paru Post Wodec Pleural Efusion: Laporan kasus. Palu, Indonesia. *Jurnal Medical Profession (MedPro)*. Vol. 4, No. 2.

- [16] Abdullah Dahlan, Rahmi Meutia, & Yunira Zara. (2021). Implementasi sistem pakar Diagnosa awal penyakit Tuberculosis paru Menggunakan fuzzy Tsukamoto. *Majalah Ilmiah Universitas Almuslim*. Volume 13, Nomor 3.
- [17] Ridlo, & Ilham Akhsanu. (2017). *Panduan Pembuatan Flowchart*. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Surabaya.
- [18] Wardana H, Ummah I, FitriyahL. (2022). Sistem Pakar Fuzzy dengan Metode Sugeno Untuk Diagnosa Penyakit Diabetes Mellitus. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*. Volume 19, Nomor 2.