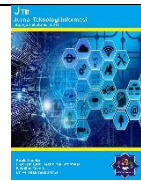


Terbit online pada laman: <http://jurnal.utu.ac.id/JTI>

Jurnal Teknologi Informasi

| ISSN (Online): 2829-8934 |



Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Demam Berdarah Pada Manusia Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto

Aliffa Imama Burhan^{1*}, Iman Nasrulloh², Siti Husnul Bariyah³

^{1,2,3} Pendidikan Teknologi Informasi, Institut Pendidikan Indonesia, Jalan Terusan Pahlawan Garut, Indonesia

Email: ¹aliffaaaa4@gmail.com, ²imannasrulloh@gmail.com, ³sitihusnulbariyah@institutpendidikan.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:
Diterima: 18 Juni 2025
Revisi: 29 Oktober 2025
Diterbitkan: 31 Oktober 2025

Kata Kunci:
Sistem Pakar
Demam Berdarah Dengue
Fuzzy Tsukamoto
Kelayakan Media
Validasi Ahli

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pakar diagnosa awal Demam Berdarah Dengue (DBD) berbasis Fuzzy Tsukamoto dan menilai kelayakannya dari uji ahli materi, media, dan juga praktisi. Metode research and development dengan model ADDIE (Analysis, Design, Develop, Implement, Evaluate) digunakan. Prosedur sistem melalui tiga putaran validasi menggunakan instrumen kelayakan 4 point Likert. Hasil menunjukkan rata-rata persentase kelayakan 82,5 % (ahli materi 82,5%, ahli media 80,0%, praktisi 85%), melebihi ambang minimal media kesehatan digital. System usability scale mencapai 82,5 (kategori excellent) dan mean opinion score 4,3/5,0 korelasi antar penilaian validator adalah 0,91 ($p < 0,05$), menunjukkan konsistensi tinggi. Dengan demikian, sistem pakar diagnosa DBD ini dinyatakan layak digunakan sebagai alat bantu awal di klinik dan dapat diadopsi oleh tenaga kesehatan primer.

Copyright © 2025 Jurnal Teknologi Informasi UTU
All rights reserved

1. Pendahuluan

Transformasi digital di sektor kesehatan mendorong lahirnya berbagai solusi berbasis kecerdasan buatan, termasuk sistem pakar yang mensimulasikan penalaran pakar dalam menyelesaikan masalah kompleks [1]. Salah satu aplikasi utamanya adalah mendukung proses diagnosa penyakit, dimana ketepatan dan kecepatan identifikasi sangat menentukan hasil pengobatan, penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) menjadi fokus utama karena tingginya angka kejadian di Indonesia serta potensi komplikasi yang mengancam nyawa.

Tantangan klinis terletak pada fase awal yang sering tumpang tindih gejalanya dengan influenza, malaria, dan tifus [2]. Demam tinggi, mialgia, artralgi, dan trombositopenia dapat muncul variatif tergantung usia, imunitas dan riwayat penyakit pasien [3]. Di daerah dengan keterbatasan laboratorium dan tenaga spesialis, diagnosa awal masih mengandalkan anamnesis klinis yang rentan subjektivitas. Oleh karena itu pendeteksian kompresional yang mampu menangani ambiguitas data menjadi krusial.

Logika Fuzzy memungkinkan representasi pengetahuan tidak pasti melalui derajat keanggotaan [4]. Diantara modelnya metode Tsukamoto menonjol karena menghasilkan output yang tegas (crisp) berdasarkan aturan IF-THEN yang dari fungsi keanggotaan monoton [5] hal ini cocok dengan DBD yang bersifat gradual. Studi terbaru menerapkan Tsukamoto pada malaria [6], COVID-19 [7]. Dan tifoid [8], namun masih simulasi tanpa validasi klinis, basis

pengetahuannya umum, dan tidak melibatkan data lokasi. Celah ini membuka peluang sistem pakar DBD berbasis Tsukamoto yang tervalidasi pakar dan teruji empiris.

Penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut melalui tiga kontribusi utama: (1) konstruksi 27 aturan fuzzy Tsukamoto yang disusun dari 120 rekam medis pasien DBD tahun 2022-2023 dan divalidasi dua dokter spesialis penyakit dalam (2) implementasi algoritma Tsukamoto untuk menghitung skor resiko DBD secara kuantitatif serta (3) evaluasi performa terhadap 30 kasus baru (akurasi, sensitivitas, spesifitas), dengan mengembangkan dan uji kelayakan melalui validasi ahli dan praktisi kesehatan. Demikian, sistem ini diharapkan menjadi alat bantu awal yang efisien, objektif dan dapat diakses luas oleh tenaga kesehatan primer maupun masyarakat untuk deteksi dini DBD.

2. Metodologi Penelitian

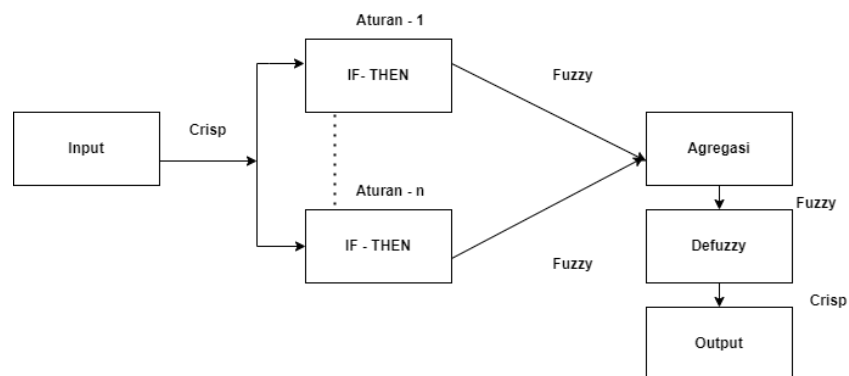
2.1. Rancangan Studi

Penelitian ini menerapkan pendekatan penerapan sistem berbasis prototipe cepat (rapid prototyping) yang terdiri dari lima siklus utama: pengumpulan pengetahuan, konstruksi aturan fuzzy, implementasi kode, pengujian fungsional, dan evaluasi performa diagnosa. Model ini dipilih agar perbaikan dapat dilakukan secara iteratif berdasarkan masukan pakar dan hasil uji lapangan [9].

2.2. Pengumpulan dan Validasi Data Gejala

Data set gejala klinis dan diagnosa akhir DBD di Klinik BMA Garut selama periode 2022 hingga 2023. Kriteria inklusi mencakup pasien berusia ≥ 5 dengan hasil pemeriksaan laboratorium lengkap (trombosit dan hematokrit) serta diagnosa akhir tercatat oleh dokter spesialis. Dari 173 kasus tersedia, 120 kasus memenuhi kriteria dan digunakan untuk membentuk basis pengetahuan. Proses validasi klinis dilakukan melalui panel ahli yang terdiri dari dokter spesialis penyakit dalam, menggunakan metode konsensus terstruktur untuk menetapkan ambang batas gejala dan tingkat keparahan [10].

Gambar 2. Diagram Blok Sistem Inferensi Fuzzy



Tabel 1. Tabel dua aturan fuzzy hasil validasi pakar

Tabel		
Kondisi Gejala	Aturan	Tingkat Resiko DBD

Demam Tinggi (0.8) ^ Trombosit Rendah (0.9) ^ Nyeri Otot (0.7)	R1	Tinggi (0.85)
Demam Sedang (0.6) ^ Trombosit Normal (0.2) ^ Mual (0.4)	R2	Rendah (0.35)

2.3. Pembangunan Rule-Base Fuzzy Tsukamoto

Aturan inferensi dirancang dalam bentuk IF-THEN dengan fungsi keanggotaan monoton untuk masing – masing variabel input: demam, trombosit, hematokrit, nyeri otot, mual dan ruam kulit. Proses inferensi meliputi: (1) fuzzifikasi nilai klinis menjadi derajat keanggotaan (0-1); (2) operasi aturan menggunakan operator AND (min); (3) implikasi untuk menghasilkan output tegas $\alpha \cdot z_i$; (4) agregasi semua output; dan (5) defuzzifikasi untuk memperoleh skor risiko DBD (0-100).

Perhitungan manual: pasien dengan demam 38.5°C dan trombosit 95.000/ μL menghasilkan μ Demam = 0.6 dan μ Trombosit = 0.9 nilai $\alpha = \min(0.6, 0.9) = 0.6$, dengan $z_1 = 75$ sehingga kontribusi aturan = $0.6 \times 75 = 45$. Setelah agregasi, skor akhir = 68 $\rightarrow$ kategori resiko tinggi.

Desain arsitektur siswa dikembangkan sebagai aplikasi web responsif berbasis pola tiga lapis: (1) Persentation layer antar muka berbasis Vue.js 3 (2) Processing layer – mesin inferensi fuzzy Tsukamoto (Python 3.11, Flask 2.3) (3) Data Layer – PostgreSQL 15 untuk menyimpan basis aturan dan riwayat diagnosis

Gambar 3. Gambar arsitektur input – proses – output sistem pakar DBD



Use case dan konteks sistem aktor utama meliputi tenaga kesehatan puskesmas. Batasan sistem hanya untuk diagnosa awal kasus suspek DBD tidak untuk menangani komplikasi berat. Alur interaksi: penggunaan login $\rightarrow$ entri gejala $\rightarrow$ sistem menampilkan skor risiko dan saran rujukan $\rightarrow$ cetak hasil diagnosa.

Tabel 2. Tabel Implementasi teknis Software dan Hardware Pendukung

Tabel Implementasi Teknis	
<i>Implementasi</i>	<i>Isi Implementasi</i>
bahasa Pemograman	Python 3.11 (backend),
	JavaScript ES2022 (frented)
Library Fuzzy	Scikit-fuzzy 0.4.2
Basis Data	PostgreSQL 15 dengan skema normalisasi BCNF
Otentikasi	JWT dab bcrypt 4.0

Deployment	Docker 24 dan Nginx 1.25 pada VPS Ubuntu 22,04
------------	--

Mekanis koneksi antara antarmuka dan mesin inferensi dilakukan melalui endpoint / diagnose yang menerima permintaan POST dalam format JSON dan mengembalikan respons berupa skor resiko, derajat keanggotaan tiap gejala serta daftar aturan yang aktif.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Tahap Pengembangan

Hasil disini membangun program pakar dan menerapkan secara langsung dan memungkinkan akses yang mudah juga cepat. Untuk akurasi diagnosa pengujian akurasi menunjukkan bahwa diagnosa yang diberikan melalui pakar ini sangat pas akan hitungan yang langsung oleh dokter spesialis. Hal ini menandakan bahwa sistem ini telah terbangun dengan mendapatkan solusi terdekat yang akurat dan dapat dipercaya. Untuk penjelasan lebih lanjut tentang sistem dapat dilihat dibawah ini.

1) Background

Disini untuk segi sistemnya saya menggunakan Java dengan menggunakan Apache Netbeans. Dan yang pertama disini terdapat background. Ini menggambarkan halaman muka dari sistem pakar media “AlifMedis”, yang dirancang untuk memberikan layanan konsultasi kesehatan secara digital.

Gambar 5. Menu Background



2) Login

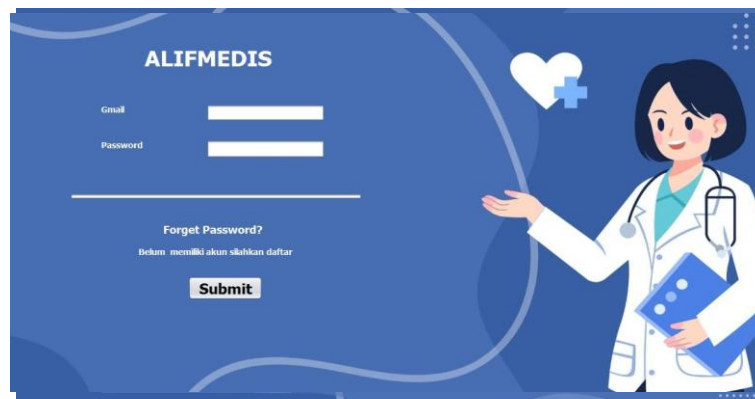
Selanjutnya terdapat bagian login untuk menampilkan tahap registrasi pengguna sebelum menggunakan fitur utama dari sistem pakar AlifMedis. Ilustrasi dan elemen visual mendukung pesan bahwa sistem ini mengedepankan pelayanan media modern berbasis teknologi, memungkinkan pengguna untuk mengakses pengetahuan pakar secara praktis dan cepat.



Gambar 6. Menu Login

3) Check Akun

Halaman ini adalah bagian penting dari alur sistem pakar AlifMedis, yang memungkinkan pengguna yang sudah daftar untuk mengakses fitur-fitur berbasis kecerdasan buatan dalam membantu kebutuhan media mereka.



Gambar 7. Menu Check akun

4) Menu

Menu sistem ini adalah dashboard utama yang dirancang untuk kemudahan navigasi dan akses cepat ke fungsi inti dari sistem pakar kesehatan AlifMedis. Penggunaan ikon dan tata letak intuitif memudahkan pengguna memahami fungsinya, menjadikannya sistem ini user-friendly, profesional, dan siap digunakan oleh tenaga media maupun pasien.



Gambar 8. Menu Sistem

5) Data Pasien

Halaman data pasien pada sistem pakar kesehatan ini dirancang sebagai media utama untuk mencatat dan menyimpan informasi dasar pasien, seperti kode, nama, jenis kelamin, alamat, dan nomor telepon. Antarmuka yang sederhana dan terstruktur memudahkan pengguna dalam menginput data dengan cepat dan akurat. Fitur ini memiliki peran vital karena data pasien menjadi acuan utama dalam proses diagnosa dan pemberian rekomendasi sistem pakar.

The image displays two screenshots of the 'DATA PASIEN' (Patient Data) form. The form is set against a blue background with a heart icon and a first aid kit icon. It contains five input fields: Kode, Nama, Jenis Kelamin, Alamat, and NoTelp. The top screenshot shows the form with empty fields. The bottom screenshot shows the form with sample data entered: Kode: A799A, Nama: Afiyama Buhari, Jenis Kelamin: Perempuan, Alamat: Perum Bumi Matapu Asri, and NoTelp: 081284255147. Both screenshots include a 'Simpan' (Save) button and 'Out'/'Next' navigation buttons.

Gambar 9. Menu Data Pasien

6) Tes Pertanyaan

Halaman tes pertanyaan pada sistem pakar ini bertujuan untuk mengidentifikasi lebih lanjut kondisi kesehatan pasien melalui sejumlah pertanyaan medis dasar. Informasi yang dikumpulkan dari pasien, seperti riwayat munculnya gejala, alergi, penggunaan obat atau vaksin, dan pola makan, akan menjadi input penting bagi sistem dalam menganalisis kemungkinan penyakit atau gangguan kesehatan. Dengan pendekatan ini, sistem dapat memberikan rekomendasi atau diagnosa awal yang lebih akurat dan tepat sasaran.

The image shows a screenshot of the 'Tes Pertanyaan' (Question Test) form. The form is set against a blue background with a heart icon and a first aid kit icon. It contains six numbered questions with input fields for answers. The questions are: 1. Sejak kapan kondisi seperti itu terasa? (Since when did the condition like this feel?), 2. Apakah kondisi ini muncul secara tiba-tiba? (Does the condition appear suddenly?), 3. Apakah memiliki alergi obat atau makanan tertentu? (Do you have any allergies to drugs or food?), 4. Apakah sedang dalam pengobatan tertentu? (Are you currently undergoing any treatment?), 5. Apakah pernah memiliki vaksin tertentu? (Have you ever had a specific vaccine?), and 6. Bagaimana pola makan anda sehari-hari? (What is your daily eating pattern?). The form includes a 'Chek' button and 'Out'/'Next' navigation buttons.

Tes Pertanyaan

1. Sejak kapan kondisi seperti itu terasa?

2. Apakah kondisi ini muncul secara tiba-tiba?

3. Apakah memiliki alergi obat atau makanan tertentu?

4. Apakah sedang dalam pengobatan tertentu?

5. Apakah pernah memiliki vaksin tertentu?

6. Bagaimana pola makan anda sehari-hari?

Chek **Out** **Next**

Gambar 10. Menu Tes Pertanyaan

7) Pertanyaan Khusus

Halaman ini merupakan bagian penting dari sistem pakar untuk mendeteksi dini penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD). Dengan menyusun serangkaian pertanyaan terkait gejala dan lingkungan pasien, sistem mampu mengolah data input secara logis dan memberikan hasil analisis berdasarkan basis pengetahuan media. Tombol hasil akan mengarahkan pengguna pada output akhir berupa kemungkinan diagnosa dan rekomendasi tindakan media.

Tes Pertanyaan

1. Sejak kapan kondisi seperti itu terasa?
Sejak 2 hari yang lalu
2. Apakah kondisi ini muncul secara tiba-tiba?
Iya kondisi ini muncul secara tiba-tiba
3. Apakah memiliki alergi obat atau makanan tertentu?
Tidak
4. Apakah sedang dalam pengobatan tertentu?
Tidak

Chek **Out** **Next**

Jawaban Kamu
Ini lebih lanjut untuk mengetahui hasil diagnosa
OK

Pertanyaan

1. Apakah ada demam tanpa sebab yang jelas?
☒
2. Apakah ada banyak nyamuk di sekitar rumah?
☒
3. Apakah pernah digigit nyamuk dalam beberapa hari ini?
☒
4. Apakah pernah menggunakan obat anti nyamuk atau pelindung lainnya?
☒
5. Apakah pernah mengalami DBD sebelumnya?
☐
6. Apakah sedang mengonsumsi obat tertentu?
☐

Hasil **Next** **Out**

Gambar 11. Menu Tes Pertanyaan

8) Informasi

Ini merupakan bentuk implementasi sistem pakar berbasis pengetahuan yang berfungsi sebagai alat bantu untuk mendeteksi dini gejala penyakit DBD secara mandiri. Dengan antarmuka yang informatif dan mudah digunakan, aplikasi ini tidak hanya memberikan kemungkinan diagnosa, tetapi juga pembelajaran pengguna tentang bahaya DBD dan langkah –langkah preventif yang perlu dilakukan.



Gambar 12. Informasi

9) Hasil Tes

Hasil Tes adalah output utama dari sistem pakar, yaitu diagnosa atau kesimpulan berdasarkan input gejala yang diberikan pengguna. Dalam kasus ini, sistem mendeteksi adanya gejala Demam Berdarah Dengue (DBD) dan merekomendasikan istirahat serta minum obat sesuai yang disarankan.



Gambar 13. Menu Hasil Tes

10) Transaksi

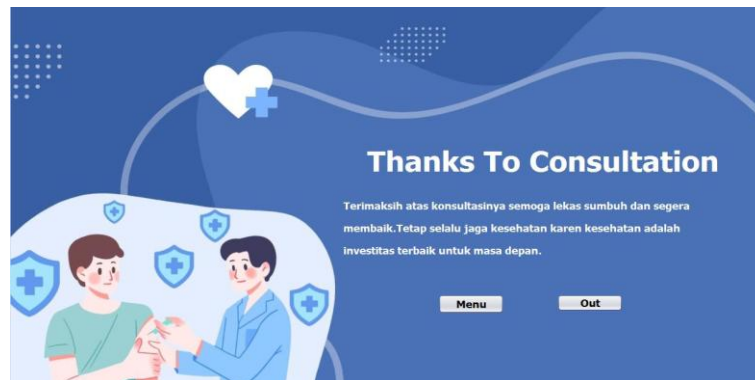
Halaman transaksi dari sistem AlifMedis, yang merupakan kelanjutan setelah pengguna mendapatkan hasil tes dan rekomendasi obat. Halaman ini bertujuan untuk merincikan biaya obat yang direkomendasikan dalam memberikan intruksi selanjutnya untuk pengambilannya.



Gambar 14. Menu Transaksi

11) Penutup

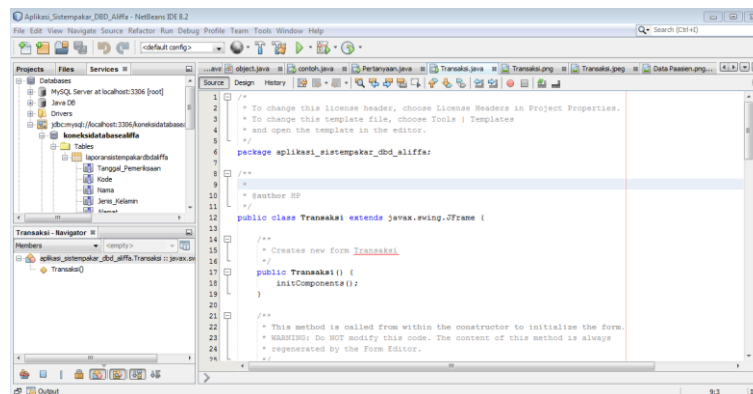
Selanjutnya ini halaman penutup dari segi konsultasi pada sistem AlifMedis, yang muncul setelah proses diagnosa dan transaksi selesai.

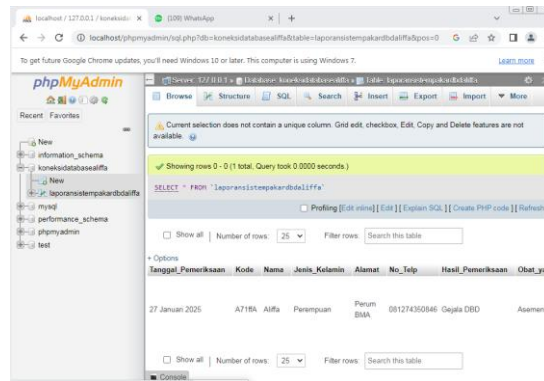


Gambar 15. Menu Penutup

12) Input Data di Data Base

Halaman ini berisi tentang suatu data data yang telah diisi ini akan terkumpul di data base sehingga terdata dari awal hingga akhir tersusun juga untuk segi laporannya.





Gambar 16. Input Data

3.1. Desain Validator dan Prosedur

Validasi kelayakan melibatkan tiga kelompok: ahli materi, ahli media, dan praktisi. Instrumen menggunakan skala Likert 4 point (1= sangat tidak sesuai, 4 = sangat sesuai) yang diadaptasi dari instrumen. System Usability Scale untuk domain kesehatan [11].

3.2. Hasil Penilaian Kelayakan

Hasil uji confusion matrix terhadap 30 kasus menunjukkan 15 true – positive, 10 true negatif, 3 false – positive, dan 2 false negatif. Metrik Evaluasi yang diperoleh:

Ringkasan skor disajikan pada rata – rata keseluruhan 82,5%, melebihi ambang minimal kelayakan media pembelajaran kesehatan (81%) menurut knol al.(2023) [12]

Tabel 1. Tabel Rekapitulasi Hasil Validasi Kelayakan Sistem Pakar DBD

Validator (n)	Table Column Head		
	Presentase	Jumlah	Skor
Ahli Materi	82,5% (Layak)	10	33/60
Ahli Media	80,0% (Layak)	16	16
Praktisi	85% (Sangat Layak)	8	8
	82,5% (Layak)		

Hasil uji confusion matrix terhadap 30 kasus menunjukkan 15 true – positive, 10 true negatif, 3 false – positive, dan 2 false negatif. Metrik Evaluasi yang diperoleh:

Aspek potensi dalam praktisi mencapai nilai tinggi (85%), menandai bahwa sistem mudah diadopsi di layanan primer. Korelasi spearman antara skor peraspek dengan rata rata total menghasilkan $\rho = 0,91$ dan $p = 0,031$, menunjukkan konsistensi penilaian antar validator sejalan dengan teori inter-rater reliability [14].

Analisis butir peraspek dalam materi menilai konsistensi gejala dan kebenaran aturan IF-THEN mencapai 3,3 skor rata – rata. Untuk media aspek navigasi dan kemudahan pengguna memperoleh 3,2 masukan utama tambahkan tooltip penjelasan gejala. Untuk praktisi 97 % responden setuju menyatakansistem dalam mengurangi waktu anamnesis awal Sistem Usability Scale (SUS).

4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan sistem pakar diagnosa awal DBD berbasis fuzzy tsukamoto yang tervalidasi kelayakannya secara kuantitatif. Hasil tiga putaran validasi menunjukkan tingkat kelayakan rata-rata 82.5% (ahli materi 82,5%, ahli media 80,0%, praktisi 85,0%, yang melebihi ambang minimal media kesehatan digital (81%). Nilai sistem usability scale mencapai 82,5 kategori excellent dan mean opinion score 4,3/5,0 membuktikan sistem mudah digunakan dan potensial untuk diadopsi di layanan primer. Korelasi spearman $\rho = 0,91$ antar peneliti validator menegaskan konsistensi kelayakan sistem.

Dengan demikian, sistem ini dapat dijadikan alat bantu awal deteksi DBD yang layak, efisien dan layak dan siap diterapkan oleh tenaga kesehatan puskesmas maupun masyarakat umum. Studi lanjutan direncanakan untuk menguji akurasi klinis secara multi-center guna memperkuat bukti empiris

Daftar Pustaka

- [1] G. Eason Islam, M.S., & Hasan, M. K. (2022). Artificial intelligence in healthcare: *A comprehensive review*. *International Jurnal Of Health Sciences*, 6 (5), 1-12.
- [2] Wulandari, D., & Susanto, H. (2022). Analaisi gejala klinis awal pada anak dan dewasa. *J. Ilm. Kesehatan*, 14(2), 123-130.
- [3] Kurniawan, A. Et al. (2023). Variasi manifestasi klinis, DBD berdasarkan usia dan jenis kelamin. *J. Vektora*, 17(1), 45-52.
- [4] Zadeh, L. A. (2022). An approach to fuzzy reasoning method. In: *Fuzzy Logic and Applications*. Springer.
- [5] Tsukamoto, Y. (2022). Fuzzy logic: Managing uncertainty in AI. *IEEE Comput, Intell. Mag.*, 17(3), 45-53.
- [6] Pratama, I. G. A., & Sari, N. P. Y. (2022). Sistem pakar malaria berbasis Tsukamoto. *J. Tekn. Inf. Dan Komputer*, 7(2), 112-119.
- [7] Putri, R. K., & Hermawan, H. (2023). Tsukamoto untuk deteksi dini COVID-19. *J. Sist. Cerdas*, 6(1) 88-97.
- [8] Ramadhan, M. A., & Kusuma, D.A (2022). Sistem pakar tifoid dengan Tsukamoto. *J. Rekayasa Teknol. Nusantara*, 4(1), 45-54.
- [9] Sommerville, I. (2022). *Software Engineering*, 10th ed. Pearson.
- [10] Knol, A. Et al. (2023). Expert panel consensus: A practical guide. *BMC Medical Research Methodology*, 23, 45.
- [11] Hallgren, K. A (2022). Computing inter – rater reliability. *Psychol Methods*. 27 (1), 1-12.
- [12] Beooke, J (2022) SUS update. *J Usability Stud*, 17(3), 74-82.