

Artificial Intelligence/AI Algorithm

Diagnosa Gangguan Mata pada Manusia Berbasis Web Menggunakan Metode *Fuzzy Expert System*

Ismail^{*}, Wahyulis Hersya, Muh. Ajwa Suhail

Program Studi Sistem Informasi, Universitas Lamappapoleonro, Watansoppeng, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 03 November 2025
Revisi Akhir: 06 Januari 20
Diterbitkan *Online*: 10 Januari 2026

KATA KUNCI

Diagnosa Mata
Fuzzy Expert System
Mamdani

KORESPONDENSI (*)

Phone: +62 853-4366-6997
E-mail: ismail@unipol.ac.id

A B S T R A K

Ketersediaan layanan perawatan mata yang terbatas dan perbedaan subjektif dalam gejala menyoroti perlunya instrumen skrining dini yang mudah diakses. Studi ini menciptakan sistem pakar berbasis web untuk mendiagnosa masalah mata melalui logika fuzzy (Mamdani). Basis pengetahuan terdiri dari delapan penyakit umum dan tiga puluh gejala, masing-masing terkait dengan himpunan *low*, *medium*, dan *high*, beserta bobot pakar. Inferensi dilakukan melalui komposisi maks-min dan defuzzifikasi centroid untuk menghasilkan tingkat kepercayaan diagnostik, yang selanjutnya dinilai dan ditampilkan di antarmuka pengguna bersama dengan opsi pencetakan. Arsitektur sistem terdiri dari modul administratif untuk mengelola penyakit, gejala, dan aturan, serta modul pengguna untuk konsultasi mandiri menggunakan *slider* intensitas gejala. Evaluasi bertahap mencakup pengujian fungsionalitas, studi kasus komputasi (misalnya, prevalensi katarak), dan pengujian beta fitur kegunaan. Hasil pengujian beta menunjukkan skor rata-rata 4,6/5 kemudahan penggunaan 4,7/5, antarmuka 4,7/5, kecepatan respons 4,5/5, dan akurasi yang dirasakan 4,4/5, yang menunjukkan kesiapan sebagai instrumen penyaringan awal dan bantuan pengambilan keputusan non-klinis. Pendekatan Macakka dirancang bukan untuk menggantikan diagnosa dokter, tetapi untuk mempercepat triase dan meningkatkan literasi kesehatan mata.

PENDAHULUAN

Gangguan pada mata tidak hanya berdampak pada penglihatan yang menjadi sulit, tetapi juga menimbulkan rasa kurang menyenangkan dalam menjalani hidup bagi penderitanya. Di Indonesia banyak masyarakat mengalami keluhan terkait kesehatan mata, tetapi banyak yang tidak mendapatkan perawatan dan diagnosa yang tepat pada waktunya. Hal ini sebagian disebabkan oleh terbatasnya akses masyarakat terhadap fasilitas kesehatan, terutama di daerah yang jauh dari pusat kesehatan[1][2]. Selain itu, belum banyak orang yang menyadari pentingnya menjaga kesehatan mata. Banyak orang enggan segera memeriksakan diri ke dokter, meskipun memiliki masalah penglihatan. Oleh karena itu, penting untuk memiliki sistem yang memudahkan masyarakat untuk mendapatkan pemeriksaan dini terhadap gangguan umum masalah kesehatan mata[3].

Dengan kemajuan teknologi informasi, penggunaan sistem berbasis web untuk membantu orang mengetahui masalah kesehatan mereka, termasuk masalah mata, memiliki banyak potensi. *Fuzzy expert system* adalah salah satu cara untuk membuat diagnosa lebih akurat dan andal. Metode ini dapat mengatasi ketidak pastian dan perbedaan gejala yang dilaporkan pasien, yang dapat berbeda untuk setiap orang[4]. Sistem ini dapat memberikan diagnosa yang lebih akurat berdasarkan informasi yang diberikan dengan menggunakan metode fuzzy. Pengguna tidak perlu memiliki banyak pengetahuan medis.

Dalam konteks ini, Sistem yang diusulkan dalam studi ini adalah platform berbasis web yang dirancang untuk mendiagnosa gangguan mata pada manusia menggunakan metodologi *fuzzy expert system*[5]. Tujuan sistem ini adalah untuk memudahkan pasien mengetahui apakah mereka memiliki masalah mata tanpa harus menemui dokter secara langsung. Pasien dapat mengisi formulir diagnosa di platform ini dengan mengetikkan gejala mereka. Sistem kemudian akan menggunakan aturan fuzzy untuk memeriksa input dan menghasilkan kemungkinan diagnosa. Tujuan sistem ini tidak hanya untuk memudahkan dokter dan administrator mengakses informasi dan data tentang gangguan mata, tetapi juga untuk memudahkan mereka dalam menjalankan tugasnya.

Berbagai penelitian yang saling terkait telah dilakukan untuk menciptakan sistem berbasis teknologi informasi untuk diagnosa gangguan mata melalui beragam metodologi. Studi pertama Masse dan Nurdin (2019) membuat sistem pakar yang menggunakan logika fuzzy untuk menemukan penyakit mata. Sistem ini telah terbukti memberikan hasil diagnose yang akurat berdasarkan gejala yang dimasukkan pasien. Studi ini belum sepenuhnya mengoptimalkan pemanfaatan platform berbasis web untuk memfasilitasi akses mudah bagi pasien di daerah terpencil[6].

Studi kedua oleh Arwidiyarti, Juhartini, dan Erniwati (2024) menggunakan metode Fuzzy Mamdani untuk mendiagnosa penyakit mata melalui sistem pakar berbasis web. Studi ini menunjukkan bahwa sistem berbasis web dapat memfasilitasi diagnosa masalah mata bagi pasien tanpa memerlukan konsultasi langsung dengan dokter. Penelitian ini terbatas pada diagnosa penyakit mata tertentu dan belum mencakup berbagai gangguan mata yang lebih luas[7]. Selanjutnya, Misrianti Paseru dan Alfannisa Annurullah Fajrin (2022), dalam penelitian mereka mengenai pemanfaatan sistem pakar berbasis web untuk mendiagnosa kerusakan mata akibat penggunaan lensa kontak lunak, menunjukkan bahwa teknologi ini efektif diterapkan untuk diagnosa awal penyakit mata. Studi ini berfokus pada kerusakan mata akibat penggunaan lensa kontak dan tidak meneliti spektrum gangguan mata yang lebih luas[8].

Fajrin (2022) melakukan studi relevan dengan memanfaatkan sistem pakar berbasis web untuk mendiagnosa gangguan mata yang terkait dengan penggunaan lensa lunak. Studi ini menunjukkan bahwa sistem berbasis web yang menggunakan metode Fuzzy Mamdani dapat memfasilitasi analisis data dan penentuan diagnosa. Temuan penelitian ini terbatas pada satu kategori gangguan mata[8]. Terakhir, Arisandi dan Sari (2021) melakukan penelitian yang menghasilkan sistem pakar menggunakan metodologi *fuzzy expert system* untuk diagnosa berbagai gangguan mata. Penelitian ini telah memajukan pemanfaatan teknologi informasi dalam diagnosa medis namun, penelitian ini belum menguraikan implementasi sistem berbasis web yang dapat diakses publik[9].

Beberapa upaya sebelumnya untuk membuat sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit mata menggunakan metode *fuzzy expert system* belum berhasil. Masih ada beberapa celah yang perlu diisi. Studi-studi ini biasanya berfokus pada satu kategori gangguan mata atau menggunakan sistem yang tidak sepenuhnya berbasis web. Pada penelitian ini sistem dikembangkan dengan berbasis web yang lebih mudah digunakan oleh masyarakat umum. Sistem ini tidak hanya akan membantu pasien mendapatkan diagnosa dini dengan cepat dan mudah, tetapi juga akan membantu dokter dan administrator mengelola data lebih efisien.

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk membuat sistem berbasis web untuk mendiagnosa gangguan mata manusia menggunakan metodologi *fuzzy expert system*. Sistem ini seharusnya mempermudah pasien mendapatkan diagnosa dini, terutama bagi mereka yang tinggal di daerah yang sulit dijangkau fasilitas kesehatan. Sistem ini juga diharapkan dapat membantu dokter dan administrator melacak data dan informasi tentang gangguan mata secara lebih efisien. Sistem ini dimaksudkan untuk mempercepat proses diagnosa penyakit mata dan memberikan informasi yang lebih akurat dan detail kepada pasien. Harapan lainnya adalah sistem ini akan membuat orang lebih sadar betapa pentingnya menjaga kesehatan mata mereka dan mengajari mereka tentang berbagai jenis masalah mata yang bisa terjadi.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Pakar untuk Diagnosa Penyakit Mata

Salah satu bidang kecerdasan buatan yang umum digunakan untuk membantu diagnosa medis adalah sistem pakar. Umar dan Aisyah (2023) menciptakan sistem pakar *online* yang menggunakan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* untuk mendiagnosa gangguan mata. Alat ini dapat mendiagnosa berbagai penyakit mata secara akurat, termasuk katarak,

glaukoma, dan konjungtivitis. Namun, strategi ini masih kurang efektif dalam mengatasi gejala yang tidak jelas atau berubah-ubah[10].

Penggunaan Metode Fuzzy Logic dalam Diagnosa Medis

Logika fuzzy dipilih untuk diagnostik medis karena kemampuannya menangani input yang tidak pasti dan subjektif. Penggunaan logika fuzzy dalam sistem pakar berbasis desktop untuk penyakit mata dapat memberikan hasil diagnosa yang lebih akurat dengan mempertimbangkan seberapa parah gejala pada fase yang berbeda. Namun, keterbatasan sistem berbasis desktop membuat banyak orang kesulitan menggunakannya[11][12].

Sistem Pakar Berbasis Web di Bidang Kesehatan

Pembuatan sistem pakar berbasis web memungkinkan orang untuk melakukan diagnosa diri pertama mereka secara *online*. Wahyuni, Marlinda, dan Akmal (2023) menggunakan pendekatan hibrida yang mengintegrasikan *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* ke dalam sistem pakar berbasis web untuk diagnosa penyakit mata, dengan tingkat akurasi mencapai 90%. Dengan sistem ini, pasien dapat memperoleh diagnosa melalui formulir *online* namun, teknik fuzzy belum digunakan untuk mengatasi ketidakpastian dalam data gejala[13][14].

Integrasi Fuzzy Expert System dan Platform Web

Teknik *fuzzy expert system* berbasis web menawarkan solusi komprehensif untuk meningkatkan presisi dan aksesibilitas diagnostik. Arwidiyarti (2024) memanfaatkan pendekatan fuzzy Mamdani dalam sistem pakar berbasis web untuk mendiagnosa penyakit mata, memungkinkan penyediaan ukuran kuantitatif tingkat kepercayaan diagnostik, sehingga menghasilkan saran yang lebih komprehensif dan bermanfaat[15]. Labolo dkk. (2024) mengilustrasikan penggunaan logika fuzzy dalam mendiagnosa infeksi saluran pernapasan berbasis Android, menekankan aksesibilitas seluler dan presisi diagnostik berbasis fuzzy[16]. Penemuan ini menunjukkan potensi signifikan untuk penggabungan logika fuzzy dengan teknologi digital guna meningkatkan diagnosa medis.

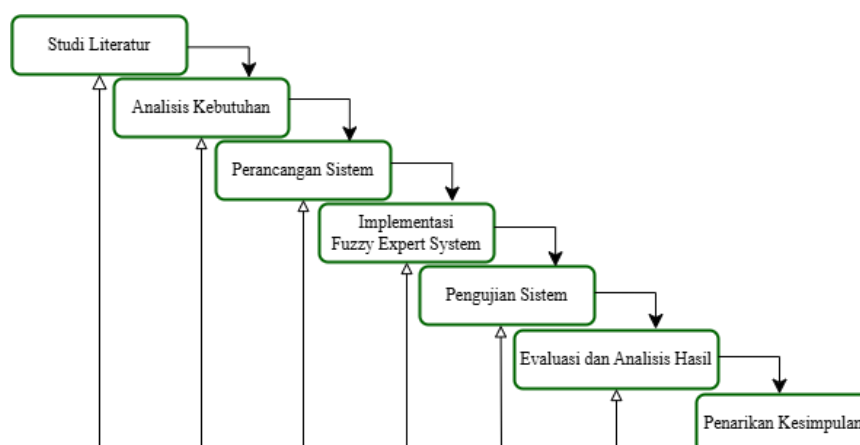
Gap Analysis

Berdasarkan studi literatur, diketahui bahwa sebagian besar sistem pakar yang dibuat untuk mendiagnosa masalah mata masih menggunakan metode deterministik seperti *Forward Chaining* dan *Certainty Factor*, yang memiliki kesulitan

dalam menangani ketidakpastian data. Selain itu, sistem berbasis web yang sudah ada belum sepenuhnya menggunakan metodologi logika fuzzy untuk membuat diagnosa lebih akurat. Sistem manajemen basis pengetahuan yang efektif dan dashboard administratif yang hanya ada di beberapa sistem belum sepenuhnya mendukung pemeliharaan data dinamis dan produktivitas kerja tenaga kesehatan.

METODOLOGI

Tahapan Penelitian



Gambar 1. Kerangka Alur Penelitian

Studi ini bertujuan untuk membuat sistem diagnosa gangguan mata berbasis web untuk manusia menggunakan pendekatan *fuzzy expert system*. Penelitian ini melalui beberapa fase terstruktur dan sistematis untuk mencapai tujuan ini. Tujuan dari setiap tahap adalah untuk memastikan bahwa sistem yang sedang dibangun dapat berfungsi dengan baik dan memberikan hasil diagnostik yang benar. Ini adalah deskripsi langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini.

Studi Literatur dan Analisis Kebutuhan

Tahap awal penelitian ini melibatkan tinjauan pustaka yang bertujuan untuk memahami kemajuan terkini dalam diagnosa gangguan mata melalui teknologi informasi, khususnya metodologi *Fuzzy Expert System*. Kami telah meninjau studi terkait dengan topik tersebut, dengan tujuan menemukan celah maupun masalah yang perlu diperbaiki oleh sistem yang kami rancang dalam penelitian ini. Analisis kebutuhan dilakukan dengan mengumpulkan informasi tentang masalah dan gejala mata yang paling umum yang dapat digunakan untuk membuat diagnosa awal. Sistem ini juga harus memiliki antarmuka pengguna yang sederhana namun informatif agar memudahkan pengguna dalam mendapatkan layanan diagnostik.

Perancangan Sistem

Langkah selanjutnya setelah tinjauan pustaka dan analisis kebutuhan adalah merancang sistem. Pada tahap ini, sistem berbasis web sedang dibangun dengan teknologi yang tepat untuk memastikan kemudahan penggunaan dan kinerjanya. Antarmuka pengguna dirancang agar siapa pun dapat menggunakannya, bahkan mereka yang kurang paham tentang kedokteran. Desain sistem backend juga dirancang untuk memudahkan pengelolaan data diagnostik. Arsitektur sistem memiliki tiga bagian utama *frontend* (bagian yang dilihat pengguna), *backend* (bagian yang menangani logika dan basis data), dan *fuzzy expert system* yang akan digunakan untuk menganalisis gejala.

Implementasi Fuzzy Expert System

Sistem ini menggunakan *fuzzy expert system* berdasarkan ide Fuzzy Mamdani. Fuzzy Mamdani dipilih karena dapat mengatasi ketidakpastian dan ketidaktepatan dalam data yang dimasukkan pengguna. Dalam sistem ini, nilai fuzzy akan digunakan untuk mengelompokkan setiap gejala yang dimasukkan pasien. Misalnya, gejala penglihatan kabur bisa memiliki nilai yang tidak jelas seperti "sedikit kabur," "cukup kabur," atau "sangat kabur." Sistem kemudian menggunakan nilai-nilai kabur ini untuk menghasilkan diagnosa yang mungkin berdasarkan aturan yang sudah ditetapkan. Setiap aturan fuzzy akan menghubungkan gejala saat ini dengan diagnosa tertentu, yang akan membuat hasilnya lebih realistis dan akurat[17].

Pengujian Sistem

Tahapan selanjutnya merupakan pengujian sistem, yang dilakukan secara bertahap. Tahap awal yaitu pengujian terhadap fungsionalitas, yang dirancang untuk memastikan bahwa semua fitur sistem berfungsi sesuai harapan. Tahap kedua adalah pengujian akurasi diagnosa, di mana sistem diuji untuk menilai sejauh mana hasil diagnosa yang diberikan sesuai dengan diagnosa medis yang sudah ada. Untuk itu, data pasien dengan berbagai jenis gangguan mata yang telah terdiagnosa sebelumnya digunakan sebagai data uji. Hasil diagnosa dari sistem akan dibandingkan dengan diagnosa yang diberikan oleh dokter spesialis mata untuk menilai tingkat keakuratannya. Pengujian dilakukan dengan data uji yang mencakup berbagai masalah mata, seperti katarak, trakoma dan miopia[18].

Evaluasi dan Analisis Hasil

Setelah pengujian selesai, fase berikutnya adalah menilai kinerja sistem yang dikembangkan. Ini melibatkan peninjauan keakuratan diagnosa sistem, bersama dengan evaluasi antarmuka dan pengalaman pengguna secara keseluruhan. Umpan balik dari pengguna yang berpartisipasi dalam pengujian dikumpulkan untuk menyempurnakan desain dan fungsionalitas sistem. Selain itu, analisis dilakukan untuk mengevaluasi seberapa efisien sistem menangani data pasien dan gejala, serta seberapa mudah memperbarui informasi tentang kondisi mata yang sudah ada.

Penarikan Kesimpulan

Pada kesimpulan fase ini, temuan keseluruhan dari penelitian dikumpulkan dan disajikan dalam paragraf akhir yang ringkas. Selama fase ini, penulis merefleksikan penemuan dan hasil utama penelitian, menilai sejauh mana tujuan penelitian tercapai, dan menekankan implikasi yang lebih luas dari hasil tersebut. Kesimpulan ini berfungsi sebagai ringkasan nilai dan pentingnya penelitian, menawarkan potensi panduan untuk studi di masa depan atau penggunaan praktis temuan dalam konteks yang lebih luas.

Implementasi Metode Fuzzy Logic

Logika Fuzzy adalah cara untuk menangani data yang tidak pasti atau bervariasi dengan menggunakan konsep derajat keanggotaan. Ini sangat berguna ketika data sulit diklasifikasikan sebagai ya atau tidak. Ketika mendiagnosa masalah mata, faktor input seperti gejala yang dialami pasien dapat memiliki nilai yang tidak jelas atau didasarkan pada pendapat pribadi.

Misalnya, gejala dari x memiliki derajat keanggotaan terhadap himpunan fuzzy tertentu A dengan dinyatakan sebagai fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$, dimana nilainya berkisar antara 0 dan 1:

$$\mu_A(x): X \rightarrow [1]$$

Dimana:

- $\mu_A(x) = 0$ menyatakan bahwa elemen x tidak termasuk dalam himpunan fuzzy A ,
- $\mu_A(x) = 1$ menyatakan bahwa elemen x sepenuhnya termasuk dalam himpunan fuzzy A ,
- Nilai antara 0 dan 1 menunjukkan tingkat keanggotaan parsial.

Selanjutnya, aturan fuzzy digunakan untuk menghubungkan gejala dengan kemungkinan diagnosa penyakit mata menggunakan fungsi implikasi fuzzy. Aturan fuzzy *if-then* dalam bentuk umum dapat ditulis seperti berikut:

$$R_i: \text{Jika } x \text{ adalah } A_i \text{ maka } y \text{ adalah } B_i$$

Dimana A_i dan B_i adalah himpunan fuzzy pada domain input dan output.

Metode max-min composition sering digunakan untuk agregasi hasil inferensi fuzzy dari seluruh aturan:

$$\mu_{B'}(y) = \max_i \min(\mu_{A_i}(x), \mu_{B_i}(y))$$

Dimana $\mu_{B'}(y)$ merupakan fungsi keanggotaan fuzzy output hasil inferensi.

Terakhir, metode defuzzifikasi diperlukan untuk mengubah himpunan fuzzy yang dihasilkan dari inferensi menjadi nilai keluaran tunggal yang dapat dipahami sebagai tingkat kepercayaan diagnostik. Metode centroid adalah cara khas untuk defuzzifikasi, dan didefinisikan sebagai:

$$y^* = \frac{\int y \cdot \mu_{B'}(y) dy}{\int \mu_{B'}(y) dy}$$

diagnosa *fuzzy expert system* terhadap masalah mata bukan hanya kategori yang jelas, tetapi juga nilai probabilitas yang memberi tahu seberapa mungkin kondisi tersebut berdasarkan gejala pasien.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Metode Fuzzy Logic Dengan Bobot Penyakit

Mengingat banyaknya jenis penyakit mata pada manusia maka pada sistem pakar ini hanya menampilkan gangguan mata umum sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Penyakit Pada Mata Manusia

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Deskripsi
D01	Katarak	Penyakit mata yang menyebabkan penglihatan kabur dan gangguan penglihatan.
D02	Trakoma	Infeksi mata yang menyebabkan pembengkakan kelopak dan kerusakan kornea.
D03	Miopia	Mata minus, menyebabkan pandangan kabur saat melihat objek jauh.
D04	Pterigium	Pertumbuhan jaringan pada mata, menyebabkan iritasi dan gangguan penglihatan.
D05	Konjungtivitis	Peradangan pada konjungtiva mata, menyebabkan kemerahan dan iritasi.
D06	Astenopia	Ketegangan mata, menyebabkan kelelahan dan rasa sakit di sekitar mata.
D07	Glaukoma	Tekanan tinggi pada mata, dapat merusak saraf optik dan penglihatan.
D08	Hordeolum	Benjolan merah pada kelopak mata akibat infeksi kelenjar minyak.

Setiap gejala yang muncul pada mata manusia memiliki nilai bobot yang menunjukkan tingkat kepercayaan dalam korelasinya dengan kondisi tertentu. Angka bobot ini menunjukkan sejauh mana seorang ahli medis atau praktisi memandang gejala tersebut secara signifikan memengaruhi kejadian penyakit tertentu pada pasien. Keparahan gejala berfungsi sebagai ukuran subjektif yang menunjukkan keyakinan profesional medis mengenai pentingnya gejala-gejala ini dalam mengidentifikasi penyakit.

Tabel 2. Tabel Gejala

Kode Gejala	Gejala
S01	Penglihatan menjadi kabur atau buram
S02	Terlihat lapisan kuning atau coklat di mata
S03	Penglihatan mata tampak kekuningan
S04	Penglihatan ganda
S05	Pembengkakan pada kelopak mata
S06	Nyeri di sekitar kelopak mata
S07	Kornea tampak buram dan mengeluarkan cairan berlendir
S08	Mata lebih sensitif terhadap cahaya
S09	Pandangan kabur saat melihat objek yang jauh
S10	Mata terasa lelah
S11	Sering merasa pusing
S12	Mata menjadi merah
S13	Iritasi dan rasa gatal pada mata
S14	Mata berair
S15	Terasa ada yang mengganjal di mata
S16	Mata merah
S17	Mata terasa seperti ada pasir
S18	Pembengkakan kelopak mata yang muncul pada pagi hari atau saat bangun tidur
S19	Pembengkakan kelopak mata
S20	Mata cepat lelah
S21	Rasa sakit atau tidak nyaman di sekitar mata
S22	Mata terasa panas
S23	Penglihatan kabur
S24	Melihat lingkaran cahaya saat melihat sumber cahaya
S25	Rasa sakit yang menjalar hingga ke bagian belakang kepala
S26	Mual dan muntah disertai dengan sakit kepala yang hebat
S27	Mata berair
S28	Mata terasa gatal dan sakit
S29	Pembengkakan kelopak mata dan rasa sakit
S30	Benjolan berwarna merah pada kelopak mata

Tabel 3. Tabel Bobot Gejala Dengan Penyakit

Penyakit	Gejala	Tingkat Keparahan	Bobot
Katarak	Penglihatan menjadi kabur atau buram	<i>high</i>	0.8
	Terlihat lapisan kuning atau coklat di mata	<i>med</i>	0.6
	Penglihatan mata tampak kekuningan	<i>med</i>	0.5
	Penglihatan ganda	<i>high</i>	0.7
Trakoma	Pembengkakan pada kelopak mata	<i>med</i>	0.6
	Nyeri di sekitar kelopak mata	<i>med</i>	0.7
	Kornea tampak buram dan mengeluarkan cairan berlendir	<i>high</i>	0.9
Miopia	Mata lebih sensitif terhadap cahaya	<i>med</i>	0.6
	Pandangan kabur saat melihat objek yang jauh	<i>high</i>	0.8
	Mata terasa lelah	<i>med</i>	0.5
	Sering merasa pusing	<i>high</i>	0.7
Pterigium	Mata menjadi merah	<i>low</i>	0.4
	Iritasi dan rasa gatal pada mata	<i>med</i>	0.6
	Mata berair	<i>med</i>	0.5
	Terasa ada yang mengganjal di mata	<i>high</i>	0.8
Konjungtivitis	Mata merah	<i>med</i>	0.5
	Mata terasa seperti ada pasir	<i>med</i>	0.6
	Pembengkakan kelopak mata yang muncul pada pagi hari atau saat bangun tidur	<i>high</i>	0.7
	Pembengkakan kelopak mata	<i>med</i>	0.7
Asthenopia	Mata cepat lelah	<i>med</i>	0.5
	Rasa sakit atau tidak nyaman di sekitar mata	<i>high</i>	0.8
	Mata terasa panas	<i>high</i>	0.7
Glaukoma	Penglihatan kabur	<i>high</i>	0.8
	Melihat lingkaran cahaya saat melihat sumber cahaya	<i>high</i>	0.9
	Rasa sakit yang menjalar hingga ke bagian belakang kepala	<i>high</i>	1
	Mual dan muntah disertai dengan sakit kepala yang hebat	<i>high</i>	1
Hordeolum	Mata berair	<i>low</i>	0.4
	Mata terasa gatal dan sakit	<i>med</i>	0.7
	Pembengkakan kelopak mata dan rasa sakit	<i>high</i>	0.7
	Benjolan berwarna merah pada kelopak mata	<i>med</i>	0.6

Tabel 4. Tabel Ambang Batas Bobot

No.	Kategori	Rentang Nilai
1.	<i>Low</i> (Rendah)	0.0 - 0.4
2.	<i>Med</i> (Sedang)	0.3 - 0.7
3.	<i>High</i> (Tinggi)	0.6 - 1.0

Perhitungan Fuzzy

Berikut perhitungan menggunakan Fuzzy Mamdani sebagai berikut:

1. Fuzzifikasi

Tabel 5. Tabel Inputan nilai gejala dari *slider* oleh *user*

No.	Kode Gejala	Gejala	Nilai
1.	S01	Penglihatan menjadi kabur atau buram	27
2.	S02	Terlihat lapisan kuning atau coklat di mata	44
3.	S03	Penglihatan mata tampak kekuningan	42
4.	S04	Penglihatan ganda	35

Penglihatan menjadi kabur atau buram (Nilai = 27)

a. *Low*

$$\mu_{low}(27) = \max(0, \min(0.4, \frac{0.4 - 27/100}{0.4})) = 0.27$$

Nilai keanggotaan untuk kategori *low* adalah **0.27**.

b. *Med*

$$\mu_{med}(27) = \max(0, \min(0.7, \frac{27 - 10}{50})) = 0.34$$

Nilai keanggotaan untuk kategori *med* adalah **0.34**.

c. *High*

$$\mu_{high}(27) = \max(0, \min(1.0, \frac{27 - 50}{50})) = 0$$

Nilai keanggotaan untuk kategori *high* adalah **0**.

Terlihat lapisan kuning atau coklat di mata (Nilai = 44)

d. *Low*

$$\mu_{low}(44) = \max(0, \min(0.4, \frac{0.4 - 44/100}{0.4})) = 0.4$$

Nilai keanggotaan untuk kategori *low* adalah **0.4**.

e. *Med*

$$\mu_{med}(44) = \max(0, \min(0.7, \frac{44 - 30}{70})) = 0.47$$

Nilai keanggotaan untuk kategori *med* adalah **0.47**.

f. *High*

$$\mu_{high}(44) = \max(0, \min(1.0, \frac{44 - 50}{50})) = 0.53$$

Nilai keanggotaan untuk kategori *high* adalah **0.53**.

Penglihatan mata tampak kekuningan (Nilai = 42)

g. *Low*

$$\mu_{low}(42) = \max(0, \min(0.4, \frac{0.4 - 42/100}{0.4})) = 0.42$$

Nilai keanggotaan untuk kategori *low* adalah **0.42**.

h. *Med*

$$\mu_{med}(42) = \max(0, \min(0.7, \frac{42 - 30}{70})) = 0.54$$

Nilai keanggotaan untuk kategori *med* adalah **0.54**.

i. *High*

$$\mu_{high}(42) = \max(0, \min(1.0, \frac{42 - 50}{50})) = 0.56$$

Nilai keanggotaan untuk kategori *high* adalah **0.56**.

Penglihatan ganda (Nilai = 35)

j. *Low*

$$\mu_{low}(35) = \max(0, \min(0.4, \frac{0.4 - 35/100}{0.4})) = 0.55$$

Nilai keanggotaan untuk kategori *low* adalah **0.55**.

k. *Med*

$$\mu_{med}(35) = \max(0, \min(0.7, \frac{35 - 10}{70})) = 0.5$$

Nilai keanggotaan untuk kategori *med* adalah **0.5**.

l. *High*

$$\mu_{high}(35) = \max(0, \min(1.0, \frac{35 - 50}{50})) = 0$$

Nilai keanggotaan untuk kategori *high* adalah **0**.

Inferensi Aturan Fuzzy

Menghitung aksi berdasarkan aturan fuzzy dan nilai keanggotaan yang sudah dihitung.

1. IF penglihatan kabur *low* THEN diagnosa adalah Katarak dengan bobot 0.8
2. IF penglihatan kabur *med* THEN diagnosa adalah Katarak dengan bobot 0.6
3. IF penglihatan kabur *high* THEN diagnosa adalah Katarak dengan bobot 0.7

Perhitungan Aksi untuk Katarak:

1. Penglihatan menjadi kabur atau buram (*low*):

$$\text{aksi} = \mu_{low}(27) \times 0.8 = 0.27 \times 0.8 = 0.216$$

2. Terlihat lapisan kuning atau coklat di mata (*high*):

$$\text{aksi} = \mu_{\text{high}}(44) \times 0.7 = 1 \times 0.7 = 0.7$$

3. Penglihatan mata tampak kekuningan (*high*):

$$\text{aksi} = \mu_{\text{high}}(42) \times 0.7 = 0.56 \times 0.7 = 0.392$$

4. Penglihatan ganda (*low*):

$$\text{aksi} = \mu_{\text{high}}(35) \times 0.8 = 0.55 \times 0.8 = 0.44$$

2. Defuzzifikasi

Setelah mendapatkan aksi, selanjutnya dilakukan tahap defuzzifikasi dengan menggunakan rumus rata-rata tertimbang. Rumus:

$$\text{Persentase} = \frac{\sum(\mu_i \cdot c_i)}{\sum \mu_i}$$

Perhitungan:

1. Skor katarak:

$$\text{Skor Katarak} = 0.216 + 0.7 + 0.392 + 0.44 = 1.748$$

2. Total bobot:

$$\text{Bobot Total} = 0.8 + 0.6 + 0.7 + 0.8 = 2.9$$

3. Persentase Katarak:

$$\text{Persentase Katarak} = \frac{1.748}{2.9} \times 100 = 60.28\%$$

3. Hasil Diagnosa

Temuan perhitungan mengungkapkan bahwa diagnosa utama menunjukkan pasien menderita katarak dengan kemungkinan 60.28%. Jika ada gangguan lain yang berpotensi relevan, seperti miopia, pterigium, atau gangguan penglihatan serupa, pendekatan analitis yang sama akan diterapkan untuk setiap kondisi tersebut. Setelah itu, semua data uji akan diurutkan berdasarkan proporsi menurun untuk secara objektif menentukan prioritas penyakit yang paling mungkin diderita pasien.

Perancangan Sistem

Flowchart Sistem

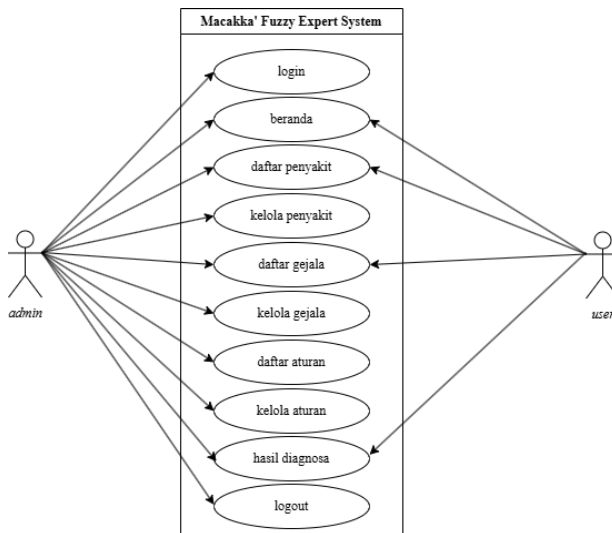
Sistem yang diusulkan pada fase perancangan desain didasarkan pada sistem pakar yang bertujuan untuk mendiagnosa gangguan mata. Prosedur ini dijalankan saat gejala muncul, memanfaatkan basis pengetahuan yang tertanam di dalam sistem. Gambar 2 mengilustrasikan bagan alir yang menggambarkan prosedur konsultasi dalam sistem.



Gambar 2. Flowchart Sistem

Use Case Diagram Sistem

pada gambar 3 Use Case Diagram terdapat 2 aktor yaitu, admin berlaku sebagai *role* yang dapat mengakses fitur dan fungsi untuk mengelola basis pengetahuan, seperti mengelola daftar penyakit, daftar gejala dan daftar aturan, semua fungsi tersebut dapat diakses dengan *login* terlebih dahulu. Kemudian *user* sebagai *role* yang dapat mengakses fungsi dan fitur sistem untuk melakukan diagnosa mandiri dengan syarat *user* wajib menginput data diri terlebih dahulu, serta hasil diagnosa dapat langsung dilihat pada saat tombol diagnosa ditekan.

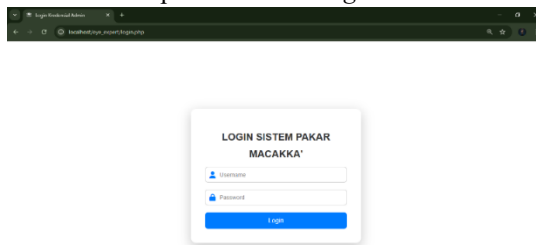


Gambar 3. Use Case Diagram Sistem

Implementasi Sistem

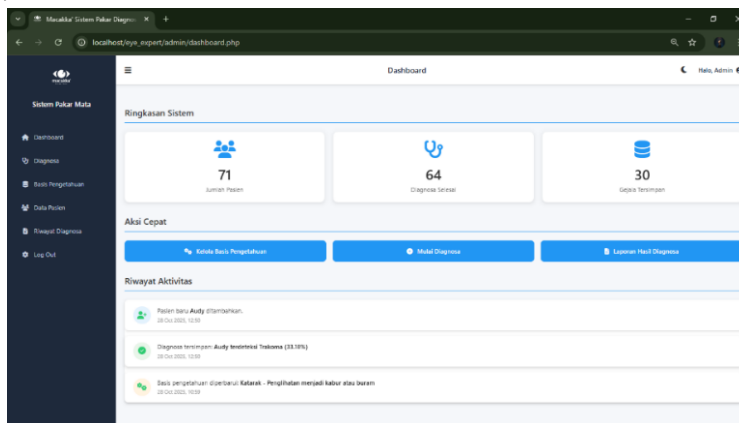
Tampilan Interface Sistem (Admin)

Pada halaman *landing page public user/admin* dapat melakukan *login* kredensial sistem pakar Macakka'



Gambar 4. Tampilan login Admin

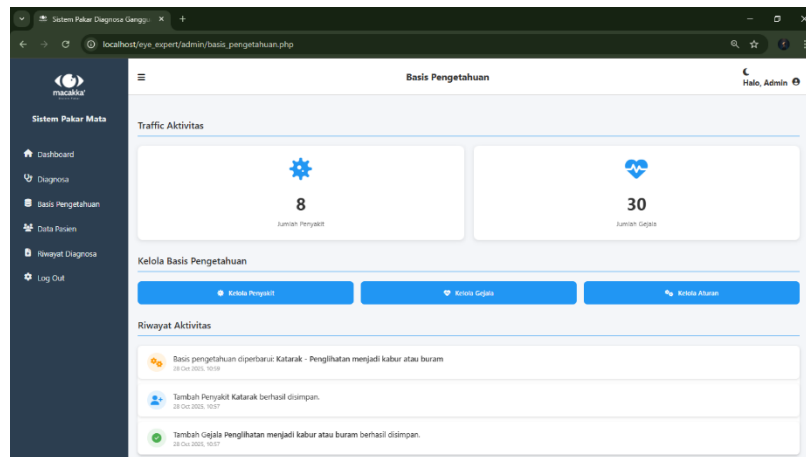
Tampilan Dashboard Admin



Gambar 5. Tampilan Dashboard Admin

Pada gambar 5 diatas merupakan tampilan *dashboard* untuk *admin* setelah berhasil *login* dengan memasukkan data kredensial yang benar seperti *username* dan *password*. Halaman dasbor ini menyajikan informasi penting mengenai sistem pakar Macakka', termasuk Ringkasan Sistem, yang terdiri dari total pasien, diagnosa yang selesai, dan gejala yang tercatat. Selain itu, ada Aksi Cepat untuk memulai diagnosa baru, mengakses basis pengetahuan, dan meninjau laporan hasil diagnosa. Bagian Riwayat Aktivitas mendokumentasikan semua aktivitas yang dilakukan, termasuk diagnosa dan peningkatan sistem, beserta waktu pelaksanaannya masing-masing.

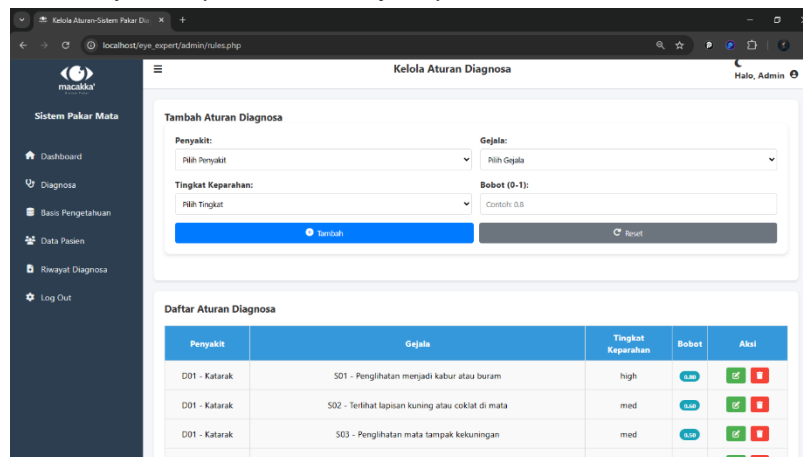
Tampilan Kelola Basis Pengetahuan



Gambar 6. Tampilan Kelola Basis Pengetahuan

Halaman Basis Pengetahuan ini menyajikan data mengenai proses Aktivitas, yaitu jumlah penyakit yang terdokumentasi dan jumlah total gejala yang tersimpan. Admin dapat mengelola basis pengetahuan melalui Tindakan Cepat untuk menginput data penyakit, gejala, atau lebih banyak kategori dengan tombol Kelola Penyakit, Kelola Gejala, dan Kelola Aturan. Pada bagian Riwayat Aktivitas, admin dapat memeriksa tindakan yang telah dilakukan sebelumnya, termasuk modifikasi pada kategori penyakit atau gejala, disertai deskripsi perubahan yang dilakukan.

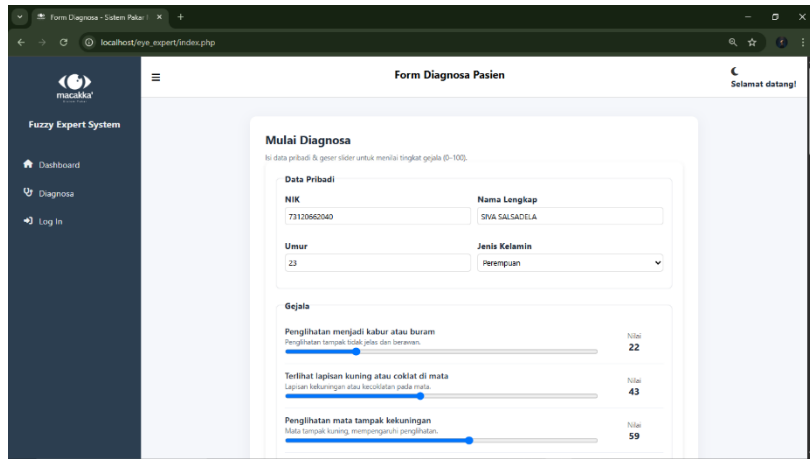
Tampilan Kelola Aturan dan Daftar Penyakit Beserta Gejalanya



Gambar 7. Tampilan Kelola Aturan

Halaman Kelola Aturan Diagnosa digunakan oleh admin untuk menambahkan, mengubah, dan menghapus aturan hubungan antara penyakit dan gejala pada sistem pakar Macakka, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Di bagian atas terdapat formulir untuk memasukkan penyakit, gejala, tingkat keparahan, dan bobot. Di bagian bawah terdapat tabel daftar aturan yang sudah tersimpan dengan informasi tentang tingkat keparahan, bobot, dan opsi untuk pengelolaan data.

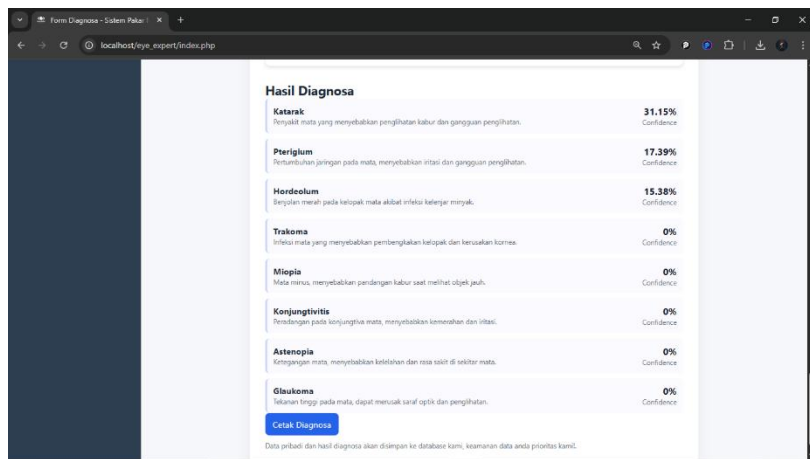
Tampilan Form Diagnosa



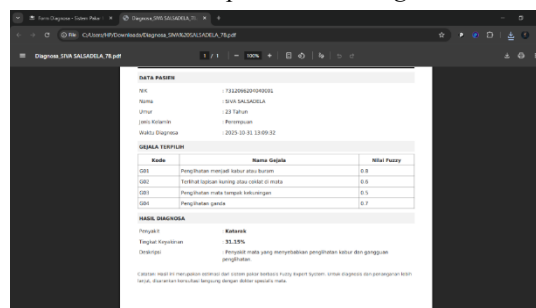
Gambar 8. Tampilan Form Diagnosa

Halaman Form Diagnosa Pasien yang digunakan admin untuk memulai proses diagnosa pada sistem pakar Macakka ditunjukkan pada Gambar 7. Data pribadi pasien, seperti NIK, nama lengkap, umur, dan jenis kelamin, dapat dilihat di halaman ini. Di bawah ini terdapat daftar gejala, di mana nilai diatur menggunakan slider (dari 0 hingga 100) untuk menunjukkan seberapa parah masing-masing gejala. Ini membantu sistem menghitung hasil diagnosa secara lebih akurat berdasarkan seberapa parah gejala pasien.

Tampilan Hasil Diagnosa



Gambar 9. Tampilan Hasil Diagnosa



Gambar 10. Tampilan Cetak Hasil Diagnosa

Gambar 9 menunjukkan halaman Hasil Diagnosa Pasien, di mana persentase tingkat keyakinan sistem terhadap kemungkinan penyakit berdasarkan gejala yang dimasukkan sebelumnya ditampilkan, bersama dengan deskripsi singkat dari setiap penyakit dan nilai keyakinan, yang menunjukkan tingkat kepastian hasil analisis. Tombol Cetak Diagnosa ada

di bagian bawah halaman, dan dapat digunakan untuk mencetak hasil diagnosa pasien yang telah tersimpan otomatis dalam basis data sistem.

Hasil Betatesting Sistem

Pada tabel 7 menyajikan hasil pengujian sistem yang dilakukan melalui pendekatan Pengujian Beta, yang melibatkan pengguna akhir sebagai peserta. Semua aspek dievaluasi untuk menentukan sejauh mana sistem pakar Macakka memenuhi persyaratan pengguna terkait kegunaan, estetika, kinerja, akurasi hasil, dan fungsionalitas[19][20]. Nilai rata-rata keseluruhan yang dicapai adalah 4,66 yang dikategorikan sebagai "Sangat Baik." Nilai ini menunjukkan bahwa sistem beroperasi secara optimal, mudah digunakan, dan menyajikan data diagnostik dengan cepat dan akurat. Sistem pakar Macakka dianggap cocok untuk penggunaan dan implementasi lebih lanjut, setelah memenuhi kriteria kegunaan dan kesesuaian fungsional yang ditentukan oleh pengguna.

Tabel 6. Hasil Betatesting Sistem

No	Aspek yang Dinilai	Rata-rata Skor (1–5)	Kategori
1	Kemudahan penggunaan	4.7	Sangat Baik
2	Tampilan antarmuka	4.7	Sangat Baik
3	Kecepatan respon sistem	4.5	Baik
4	Keakuratan hasil diagnosa	4.4	Baik
5	Kesesuaian fitur dengan kebutuhan pengguna	4.7	Sangat Baik
Rata-rata keseluruhan		4.6	Sangat Baik

KESIMPULAN DAN SARAN

Studi ini menguraikan desain dan pelaksanaan sistem pakar berbasis web untuk mendeteksi penyakit mata menggunakan pendekatan fuzzy Mamdani, yang mahir dalam menangani ambiguitas gejala melalui derajat keanggotaan dan aturan berbobot. Sistem ini menghasilkan tingkat kepercayaan diagnostik yang jelas, menyajikan peringkat probabilitas penyakit, dan menawarkan modul administratif untuk manajemen basis pengetahuan di samping modul pengguna untuk konsultasi mandiri yang mudah. Pengujian beta menunjukkan penerimaan yang luar biasa (rata-rata 4,6/5) mengenai kegunaan, antarmuka, dan kesesuaian fitur, bersamaan dengan respons sistem yang terpuji (4,5/5) dan persepsi akurasi yang memuaskan (4,4/5). Sistem Macakka' secara efektif digunakan sebagai instrumen skrining awal dan sumber daya untuk edukasi publik, khususnya di daerah dengan akses terbatas terhadap layanan kesehatan mata.

Kekurangan penelitian ini mencakup luasnya penyakit (delapan kategori), ketergantungan pada pedoman ahli, dan tidak adanya ukuran validasi klinis yang terstandarisasi dibandingkan dengan kebenaran dasar yang ditetapkan oleh dokter spesialis. Trajektori perkembangan masa depan mencakup kalibrasi fungsi keanggotaan menggunakan data klinis, memperluas spektrum penyakit dan gejala, menilai akurasi diagnostik melalui metodologi studi komparatif, dan memasukkan fitur penjelasan dengan aksesibilitas seluler untuk meningkatkan penerimaan pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] et al. Thomas Andrew Imanzaghi, "Implementasi Metode Fuzzy Mamdani pada Sistem Pakar Mendiagnosis Penyakit Demam Berdarah," *Bridg. J. Publ. Sist. Inf. Dan Telekomun.*, 2025.
- [2] Ismail, Nursakti, and Suwandi, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mata Menggunakan Metode Forward Chaining Pada Rusd Latemmamala Soppeng," *J. RISTER Ris. Sist. Cerdas*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2024, doi: 10.25126/Rister.
- [3] "PKM Internasional: Skrining Dan Pemeriksaan Mata Pada Pekerja Migran Indonesia (PMI) di Kuala Lumpur Malaysia," *J. Med. Med.*, vol. 4, no. 4 SE-Articles, pp. 973–978, Sep. 2025, doi: 10.31004/gccras37.
- [4] et al. Linda Perdana Wanti, "Sistem Pakar Fuzzy Modular untuk Identifikasi Dosis Obat Leukemia," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, 2025.
- [5] et al. Riki Maulana, "Implementasi Sistem Teknologi Informasi Pelayanan Masyarakat Berbasis Web di UPT Puskesmas Cikande," *JORAPI - J. Res. Publ. Indones.*, 2023.

- [6] N. Sigani, B. Andi Masse, and N. Nurdin, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Mata Manusia Menggunakan Metode Fuzzy Logic," *J. Elektron. Sist. Inf. dan Komput.*, vol. 5, no. 1, pp. 26–31, 2019.
- [7] Dwinita Arwidiyarti, J. Juhartini, and Surni Erniwati, "Sistem Pakar Mendiagnosis Penyakit Mata Manusia Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani," *J. Process.*, vol. 19, no. 1, pp. 45–58, 2024, doi: 10.33998/processor.2024.19.1.1627.
- [8] M. Paseru and A. Annurullah Fajrin, "PENERAPAN SISTEM PAKAR BERBASIS WEB UNTUK DIAGNOSA KERUSAKAN MATA AKIBAT SOFLENS," *Comput. Sci. Ind. Eng.*, vol. 6, no. 3 SE-Articles, pp. 9–18, Jan. 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal/article/view/5155>
- [9] D. Arisandi and I. P. Sari, *Sistem Pakar Dengan Fuzzy Expert System*. Gracias Logis Kreatif, 2021. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=dQkiEAAAQBAJ>
- [10] F. Umar and . A., "Sistem Pakar Berbasis Web untuk Diagnosis Awal Penyakit Mata dengan Penerapan Forward Chaining dan Certainty Factor," *J. Ilm. Ilk. - Ilmu Komput. Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 54–66, 2023, doi: 10.47324/ilkominfo.v6i1.166.
- [11] Irfansyah, "PENGEMBANGAN SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY," *Tugas Mhs. Progr. Stud. Inform.*, vol. 1, no. 1 SE-ART, Mar. 2024, [Online]. Available: <https://coursework.uma.ac.id/index.php/informatika/article/view/743>
- [12] Ismail, "Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Dalam Pemilihan Jurusan di SMAN 1 Cendana Kabupaten Enrekang," *J. Ilm. Sist. Inf. dan Tek. Inform.*, vol. 1, no. 1 SE-Articles, Apr. 2018, doi: 10.57093/jisti.v1i1.3.
- [13] S. Wahyuni, F. Yenila, Y. Wiyandra, H. Kurnia, and R. H. Zain, "SISTEM PAKAR DETEKSI REFRAKSI MATA MENGGUNAKAN METODE HYBRID," *JOISIE (Journal Inf. Syst. Informatics Eng. Vol 7 No 1 (2023)DO - 10.35145/joisie.v7i1.3278*, Jul. 2023, [Online]. Available: <https://www.ejournal.pelitaIndonesia.ac.id/ojs32/index.php/JOISIE/article/view/3278>
- [14] K. J. R. Team, "Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Virus Pada Ular Peliharaan Dengan Metode Fuzzy Logic Mamdani," *Kohesi J. Sains dan Teknol.*, 2025.
- [15] Dwinita Arwidiyarti, J. Juhartini, and Surni Erniwati, "Expert System for Diagnosing Human Eye Disease Using the Fuzzy Mamdani Method," *J. Process.*, vol. 19, no. 1 SE-Articles, May 2024, doi: 10.33998/processor.2024.19.1.1627.
- [16] I. Labolo, C. Y. Gobel, S. Ali, M. Isla, and R. Y. Kulu, "Analisis Penerapan Logika Fuzzy Pada Sistem Diagnosis Infeksi Saluran Pernapasan Akut Berbasis Android," *KLIK Kaji. Ilm. Inform. dan Komput.*, vol. 5, no. 1, pp. 285–294, 2024, doi: 10.30865/klik.v5i1.2014.
- [17] "Sistem pakar diagnosa penyakit tanaman pepaya berbasis fuzzy logic Mamdani: Pendekatan efisien untuk identifikasi dini," *RABIT J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 10, no. 2, pp. 250–265, 2025.
- [18] et al. Roy Parlindungan Pakpahan, "Analisa Pengaruh Implementasi Artificial Intelligence Dalam Kehidupan Manusia," *JISICOM - J. Inf. Syst.*, 2021.
- [19] J. M. Team, "Penggunaan Fuzzy Logic Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tulang," *J. Muhammadiyah*, 2024.
- [20] J. D. Team, "Sistem Pakar Backward Chaining Untuk Mendiagnosa Penyakit Mata," *J. Univ. Dharmawangsa*, 2025.