



Sistem Pakar Mendiagnosis Penyakit Mata Manusia Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani

Dwinita Arwidiyarti¹, Juhartini^{2*}, Surni Erniwati³,

^{1,2,3}Universitas Teknologi Mataram, Kekalik-Mataram, 83115, Indonesia

*Penulis Korespondensi, Email: juhartini8815@gmail.com

Abstrak– Bidang kedokteran telah memanfaatkan teknologi dalam upaya meningkatkan pelayanan yang lebih baik dalam mendiagnosa penyakit, salah satunya penyakit mata pada manusia. Karena mata merupakan salah satu panca indera yang penting untuk berinteraksi dengan lingkungan sekitar. Pekerjaan dokter yang sangat padat dan sibuk mengakibatkan keterlambatan dalam melayani masyarakat. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan sistem pakar untuk membantu pasien dalam mendiagnosa penyakit mata secara dini, sehingga pasien dapat mengetahui penyakit mata yang dideritanya dan tingkat keparahannya. Penelitian ini membahas tentang pembuatan sistem pakar menggunakan konsep fuzzy mamdani untuk mendiagnosa penyakit mata. Metode Fuzzy Mamdani telah berhasil diimplementasikan menjadi sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit mata. Sistem pakar ini menggunakan metode fuzzy mamdani untuk mendiagnosa penyakit mata yang dapat memberikan hasil diagnosa yang cepat disertai dengan tingkat kepastian untuk setiap penyakit. Sistem pakar dapat mendiagnosa penyakit berdasarkan nilai kepercayaan penyakit dengan menggunakan rumus Fuzzy Mamdani. Dari hasil perhitungan diagnosa yang dilakukan oleh sistem dapat dilihat bahwa akurasi diagnosa sistem dengan dokter mencapai 93,3%.

Kata Kunci: Sistem Pakar; Penyakit Mata Manusia; Fuzzy Mandani.

Abstract– The medical field has utilized technology in an effort to improve better services in diagnosing diseases, one of which is eye disease in humans. Because the eye is one of the five senses that is important to interact with the surrounding environment. The doctor's work is very busy and busy resulting in delays in serving the community. To overcome this, an expert system is needed to assist patients in diagnosing early eye disease, so that patients can find out the eye disease they are suffering from and its severity. This study discusses the creation of an expert system using the fuzzy mamdani concept to diagnose eye disease. The Fuzzy Mamdani method has been successfully implemented into an expert system for diagnosing eye diseases. This expert system uses the fuzzy mamdani method for diagnosing eye diseases which can provide fast diagnosis results along with the level of certainty for each disease. Expert systems can diagnose diseases based on the trust value of the disease using the Fuzzy Mamdani formula. From the results of the diagnosis calculations performed by the system, it can be seen that the accuracy of the system diagnosis with doctors reaches 93.3%.

Keywords: Expert System; Human Eye Disease; Fuzzy Mamandani.

1. PENDAHULUAN

Teknologi dan informasi saat ini menjadi kebutuhan manusia dalam melakukan berbagai aktivitas, dengan menggunakan perangkat teknologi informasi yang tepat akan menghasilkan informasi yang sesuai dengan kebutuhan sehingga dapat diambil keputusan dengan cepat [1]. Penggunaan sistem informasi dalam bisnis sangat membutuhkan pengembangan, pertukaran informasi secara elektronik. Teknologi informasi adalah teknologi yang melakukan fungsi pengolahan data, menerima, menyusun, menyimpan, memodifikasi data dengan segala cara untuk mendapatkan informasi yang berguna atau berkualitas tinggi [2].

Kesehatan merupakan hal yang penting bagi manusia termasuk kesehatan mata, karena dengan mata manusia dapat berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Jika mata mengalami gangguan dan mengabaikannya, bisa jadi itu merupakan gejala awal penyakit mata yang dapat mengganggu aktivitas penderitanya. Namun nyatanya banyak orang yang menganggap sepele dan terlambat untuk memeriksakan penyakit mata tersebut. Hal ini dapat disebabkan karena tidak adanya waktu atau keterbatasan tempat untuk melakukan [3]

Sistem pakar adalah aplikasi terkomputerisasi yang mencoba meniru proses penalaran seorang pakar dalam memecahkan masalah tertentu dan membuat keputusan atau kesimpulan karena pengetahuannya disimpan dalam basis pengetahuan untuk pemrosesan pemecahan masalah [4]. Sistem pakar menawarkan beberapa solusi untuk membantu seorang pakar dalam memecahkan masalah dalam bidang kesehatan. Sistem pakar merupakan sistem

yang dirancang untuk dapat menirukan keahlian seseorang pakar dalam menjawab pertanyaan dan menyelesaikan suatu masalah. Dapat dikatakan sebagai sistem komputer yang bertujuan untuk menjawab suatu masalah yang menyangkut bidang keahlian kesehatan tertentu. Tujuan pengembangan sistem pakar sebenarnya bukan untuk menggantikan peran manusia, tetapi untuk mensubsitusikan pengetahuan manusia kedalam bentuk sistem, sehingga dapat digunakan oleh orang banyak[5].

Sistem pakar adalah program komputer atau sistem informasi kecerdasan buatan yang memiliki beberapa pengetahuan dari seorang pakar, terkait dengan bidang tertentu. Sistem pakar adalah perangkat lunak yang dapat meniru kemampuan seorang pakar, seperti dokter, psikolog, dan sebagainya. Ada empat komponen yang dibutuhkan dalam membangun sistem pakar yaitu working memory, user interface, inference machine, knowledge base. Sistem pakar sendiri memiliki banyak metode, salah satunya adalah metode fuzzy mamdani [6] Mata adalah salah satu dari lima indera terpenting, termasuk pendengaran, penciuman, rasa. dan antena. Ada berbagai macam penyakit mata. Pekerjaan dokter begitu sibuk dan sibuk sehingga pelayanan kepada masyarakat tertunda. Penyakit mata merupakan penyakit di Indonesia yang jumlah penderitanya terus meningkat setiap tahunnya. Prevalensi kebutaan di Indonesia sekitar 1,2% dari total penduduk. Penyakit mata ini terus meningkat seiring dengan menurunnya kualitas dan gaya hidup seperti pola makan, olahraga, istirahat, bekerja, tingkat stres, dan jumlah orang yang mengeluhkan penyakit mata semakin meningkat. Solusi yang digunakan dalam sistem pakar ini adalah pendekatan kecerdasan buatan. Ada berbagai metode yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah ketidakpastian selama proses pelacakan. Berkenaan dengan jumlah penyakit yang akan dibahas atau diobati, seperti gejala umum penyakit mata. [7]

Fuzzy mamdani adalah metode fuzzy mamdani yang merupakan bagian dari sistem penalaran fuzzy mamdani dan membantu untuk menarik kesimpulan dan keputusan terbaik pada masalah yang tidak pasti. Metode fuzzy mamdani mudah dipahami karena menggunakan aturan linguistik dan memiliki algoritma fuzzy yang dapat dianalisis secara matematis. Metode fuzzy adalah bagian dari sistem penalaran fuzzy dan membantu untuk menarik kesimpulan dan keputusan terbaik pada masalah yang tidak pasti. Metode fuzzy proses ini mudah dipahami karena menggunakan aturan linguistik dan memiliki algoritma fuzzy yang dapat dianalisis secara matematis[8]. Proses pengambilan keputusan dengan menggunakan metode fuzzy untuk mendapatkan keputusan terbaik dilakukan melalui beberapa langkah yaitu pembentukan himpunan fuzzy. Implikasi fungsi aplikasi; konstruksi aturan; tidak lari. Keuntungan dari metode fuzzy adalah lebih spesifik[9].

Solusi yang digunakan dalam sistem pakar ini adalah dengan pendekatan kecerdasan buatan. Ada berbagai metode yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah ketidakpastian selama proses tracking. Dalam penelitian ini akan dibahas Diagnosis penyakit mata menggunakan metode sistem pakar. Berkenaan dengan jumlah penyakit yang akan dibahas atau diobati, seperti gejala umum penyakit mata.[10]

Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem pakar dapat menjadi alternatif dalam mengatasi permasalahan tersebut. Dalam pembuatan sistem pakar, solusi yang digunakan adalah dengan melakukan pendekatan kecerdasan buatan. Ada berbagai metode yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah ketidakpastian saat proses pelacakan. Dalam penelitian ini akan dibahas tentang proses diagnosa penyakit mata menggunakan metode sistem pakar Fuzzy. [11]Logika Fuzzy adalah peningkatan dari logika Boolean yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian. Saat logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah biner (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak) logika Fuzzy menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran. Adapun keunggulan dari Fuzzy diantaranya adalah konsep logika Fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran logika Fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti, disamping itu Fuzzy mempunyai beberapa kekurangan/kelemahan diantaranya hingga kini belum ada pengetahuan sistematis yang baku dan seragam tentang metodologi pemecahan problema kendali menggunakan pengendali.[12]

Dalam penelitian ini akan menggunakan lima tinjauan pustaka studi yang nantinya mendukung penelitian yang akan dilakukan, dimana tinjauan studi yang diambil anatra lain: a). Fikry Hamzan, Muammad Yunus dan Khairil Anam (2015) judul penelitian adalah Rancang Bangun Sistem Pakar Fuzzy Untuk Diagnosa Penyakit Mata berbasis Clips. Dalam penelitian ini aplikasi yang digunakan adalah pemrograman Clips dan menggunakan metode Fuzzy. Hasil dari penelitian ini adalah memberikan nilai pada tiap-tiap gejala yang dialami. Selanjutnya sistem akan mengirimkan melalui controller dan selanjutnya di model diagnosa, akan melakukan proses perhitungan dengan menggunakan metode fuzzy, setelah itu akan mengirimkan hasil kembali kepada sistem melalui penghubung controller dan sistem juga akan menampilkan hasil diagnosa kepada pasien.[13] b). Putu Ananta Dama Putra, I Ketut Adi Purnawan dan Desy Purnami Singgih Putri (2018) judul penelitian adalah Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Mata. Dalam penelitian ini aplikasi yang digunakan adalah Pemrograman PHP dan menggunakan metode Forward Chaining sebagai penelusuran gejala penyakit mata. Hasil dari penelitian ini adalah mampu membantu seorang pakar atau ahli dalam mendiagnosa berbagai macam penyakit, seperti jantung, ginjal, stroke, kanker, gigi, kulit hingga ke mata sehingga dapat menirukan proses penalaran dari seorang ahlinya dalam memecahkan masalah spesifikasi atau bisa dikatakan merupakan duplikat dari seorang pakar karena pengetahuannya disimpan di dalam basis pengetahuan untuk diproses pemecahan

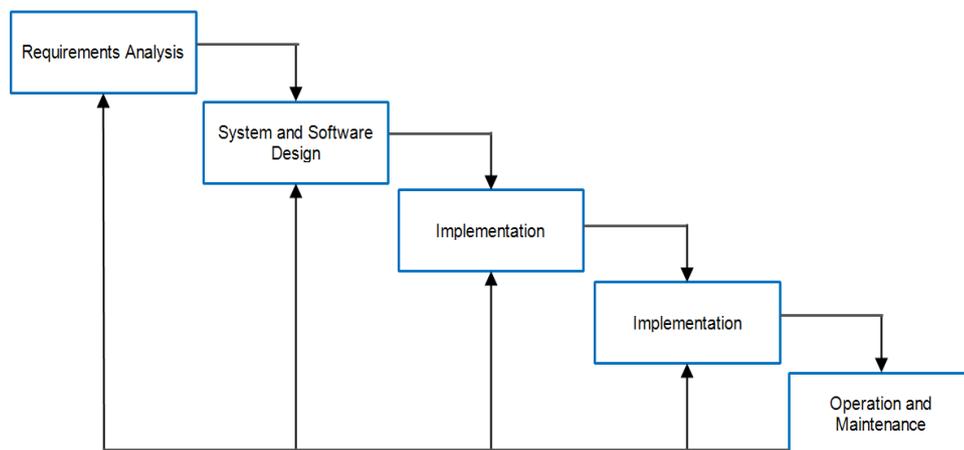
masalah.[14] c). Galih Putra Suwandi, Nurul Hidayat dan Suprpto (2019) judul penelitian adalah Sitem Diagnosis Penyakit Mata Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto. Dalam penelitian ini aplikasi yang digunakan adalah Pemrograman Clips dan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto. Hasil dari penelitian ini adalah Pembuatan sistem pakar agar dapat mendiagnosa kemungkinan penyakit kornea mata dengan menggunakan rule yang berbeda untuk setiap penyakit sehingga akurasi bervariasi untuk setiap penyakit dan hasil terbaik diperoleh ketika seluruh inputan berada pada batas dibawah nilai minimal atau diatas nilai maksimal.[15] d). Muafi, M.kom, Andi Wijaya, M.kom dan Vijal Abdul Aziz (2020) judul penelitian adalah Sitem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mata Pada Manusia Menggunakan Metode Forward Chaining. Dalam penelitian ini aplikasi yang digunakan adalah Pemrograman PHP dan menggunakan metode Forward Chaining. Hasil dari penelitian ini adalah pembuatan sistem pakar dengan metode forward chaining menggunakan pendekatan waterfall dengan bahasa pemrograman PHP dan MYSQL yang dilakukan melalui interaksi antara user dan aplikasi dengan proses tanya jawab. Aplikasi ini memiliki pertanyaan-pertanyaan yang diambil dari gejala-gejala yang ada, serta menyediakan informasi seputar penyakit mata. Sehingga sistem pakar ini dapat membantu pasien untuk mendiagnosa gejala awal penyakit mata.[16] e). Wahyudi Setiawan dan Sofie Ratnasari (2016) judul penelitian adalah Sitem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mata Menggunakan Naivebayes Classifier. Dalam penelitian ini aplikasi yang digunakan adalah Pemrograman PHP dan menggunakan metode Forward Chaining. Hasil dari penelitian ini adalah Pada tahapan ini, sistem yang sudah dibangun akan diujicobakan dengan menginputkan gejala-gejala yang dialami pasien. Selanjutnya, sistem pakar akan menampilkan penyakit mata yang diderita pasien. Analisis hasil didapatkan dari perbandingan antara hasil ujicoba sistem pakar dengan hasil diagnosa pakar (human expert).[17]

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Waterfall

Metode pengembangan sistem ini menggunakan metode waterfall. Dalam pembuatan sistem pakar diagnosa penyakit mata ini digunakan model pembangunan perangkat lunak Waterfall. Model Waterfall dipilih karena langkah-langkahnya berurutan dan sistematis[18]:

Metode pengembangan sistem yang akan digunakan adalah Metode Waterfall. Metode pengembangan ini melakukan pendekatan secara sistematis dan berurutan. Terdapat lima tahapan di dalam Metode Waterfall seperti yang ada pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tahapan di dalam Metode Waterfall

Berikut ini adalah penjelasan untuk setiap tahap.

1. Requirements Analysis

Tahap awal di dalam penelitian yaitu melakukan pengumpulan data melalui wawancara dan studi pustaka untuk mengetahui gejala dan nama penyakit mata, proses seleksi dan distribusinya serta permasalahan-permasalahan yang ada di dalam pengelolaannya. Setelah itu dilakukan studi kelayakan yang meliputi kelayakan teknis, operasional, hukum dan ekonomi untuk menghasilkan rekomendasi yang tepat.

2. **System and Software Design**
Tahap kedua merupakan tahap perancangan sistem dan perangkat lunak. Pada penelitian ini, perancangan sistem dilakukan dengan menggunakan flowchart dan Diagram Unified Modeling Language (UML).
3. **Implementation**
Tahap ketiga merupakan penerapan spesifikasi desain yang telah dibuat untuk diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman. Rumus-rumus yang ada di dalam metode fuzzy Mamdani beserta pembobotan kriteria dituangkan ke dalam logika algoritma pemrograman. Pada penelitian yang akan dilakukan, aplikasi dibangun dengan PHP dan MySQL berbasis web dengan framework Code Igniter 4.0.
4. **System Testing**
Tahap keempat merupakan tahap pengujian. Pada penelitian yang akan dilakukan, tahap pengujian dilakukan untuk beberapa aspek yaitu pengujian terhadap luaran yang dihasilkan oleh Metode Fuzzy Mamdani pada aplikasi, pengujian Black Box untuk mengetahui fungsionalitas dari perangkat lunak dan pengujian usability untuk mengetahui tingkat kegunaan perangkat lunak bagi pengguna sistem (user).
5. **Operation and Maintenance**
Tahap kelima merupakan pengaplikasian program yang telah dibuat untuk digunakan secara utuh.

2.2 Identifikasi Masalah

Pembuatan sistem pakar diawali dengan menentukan masalah, dalam hal ini penyakit pada mata manusia. Hal ini sangat penting dilakukan karena akan menentukan pengetahuan tentang gejala yang ada pada penyakit mata untuk kebutuhan sistem. Pembuatan sistem pakar diawali dengan penentuan masalah, dalam hal ini penyakit pada mata manusia. Hal ini sangat penting dilakukan karena akan menentukan pengetahuan tentang gejala yang ada pada penyakit mata untuk kebutuhan pada sistem. Pada tahap ini dilakukan perumusan mengenai penyakit mata yang didukung dengan ilmu-ilmu dari sumber lain seperti buku ataupun jurnal terkait. Berikut ini nama gejala dan penyakit pada mata [19]:

1. **Konjungtivitis**
Konjungtivitis atau mata merah muda adalah iritasi atau radang konjungtiva, yang menutupi bagian putih bola mata. Kondisi ini dapat disebabkan alergi atau infeksi bakteri atau virus. Konjungtivitis bisa sangat menular dan menyebar melalui kontak dengan sekresi mata dari orang yang terinfeksi. Gejala meliputi mata kemerahan, gatal, dan berair. Hal ini juga dapat menyebabkan keluarnya kotoran atau pengerasan kulit di sekitar mata. Penderita konjungtivitis harus berhenti memakai lensa kontak. Konjungtivitis sering sembuh sendiri, tetapi penanganan dapat mempercepat proses pemulihan. Konjungtivitis alergi dapat diobati dengan antihistamin. Konjungtivitis bakteri dapat diobati dengan tetes mata antibiotik.
2. **Uveitis anterior**
Uveitis anterior adalah peradangan pada iris dan yang paling umum penyakit uveitis. Gejalanya meliputi kemerahan, nyeri, sensitif terhadap cahaya, penglihatan kabur, dan bintik hitam mengambang di bidang visual. Perawatan biasa apakah obat tetes mata untuk meredakan? peradangan. Jika uveitis disebabkan oleh infeksi, Antibiotik atau antivirus dapat diresepkan dengan resep.
3. **Katarak**
Kebanyakan katarak spontan berkembang perlahan selama bertahun-tahun dan disertai dengan gejala penglihatan yang sangat kabur. lapang pandang pasien dengan katarak seperti melihat melalui jendela berkabut. Katarak adalah setiap keadaan kekeruhan pada lensa yang dapat terjadi akibat hidrasi (Penambahan Cairan) lensa, denaturasi protein lensa terjadi akibat kedua-duanya. [20].

2.3 Akuisisi Pengetahuan

Berdasarkan pengetahuan yang diperoleh dari para ahli, maka dibuat tabel keputusan sebagai dasar pembuatan mesin inferensi. Berdasarkan sumber pengetahuan dapat diklarifikasi beberapa penyakit mata yang memerlukan penguasaan pengetahuan, yaitu sebagai berikut: Konjungtivitis atau mata merah, Uveitis anterior, katarak [21].

2.4 Teori Pengujian Program

Tabel 1. Bobok Keyakinan

No	Tingkat	Gejala
1	Yakin	1
2	Tentu saja	0,3 – 0,5
3	Tidak yakin	0,2 – 0,1

Dari nilai probabilitas yang ditentukan oleh pakar, dapat dihitung dengan menggunakan metode Fuzzy Mamdani, adapun contoh sudi kasus sebagai berikut: sahrul mengalami gejala penglihatan berkabut di matanya. Dokter menduga bahwa sahrul terkena penyakit:

- Katarak dengan probabilitas memandang gejala = 0.5
- Katarak dengan probabilitas tak memandang gejala apapun = 0.3
- Presbiopia dengan probabilitas memandang = 0.1
- Presbiopia dengan probabilitas tak memandang gejala apapun = 0.2
- Uveitis Anterior dengan probabilitas memandang = 0.1
- Uveitis Anterior dengan probabilitas tak memandang gejala apapun = 0.3
- Konjungtiva dengan probabilitas memandang = 0.1
- Konjungtiva dengan probabilitas tak memandang gejala apapun = 0.2
- Glukoma dengan probabilitas memandang = 0.2
- Glukoma dengan probabilitas tak memandang gejala apapun = 0.1

Gambar di bawah menampilkan gejala-gejala penyakit mata di antaranya rasa sakit atau seperti terbakar pada mata, sering berkedip, mata terasa kotor, sensitif terhadap cahaya, mata merah, hanya bisa melihat normal pada cukup cahaya dan nyeri pada mata.

Gambar 2. Gejala Penyakit Mata

Sahrul dapat memilih beberapa gejala yang disediakan oleh sistem. Sahrul memberikan jawaban “Iya” pada gejala hanya bisa melihat normal pada cukup cahaya dan nyeri pada mata yang ditunjukkan Gambar di atas. Gejala hanya bisa melihat normal pada cukup cahaya dan nyeri pada mata merupakan gejala yang bernilai tidak pasti atau Fuzzy maka dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Rumus} = P(H|E,e) = \frac{P(H|E)P(e|E,H)}{P(e|E)} \dots (1)$$

Keterangan Rumus Fuzzy Mamdani

Tabel 2. Rumus Fuzzy

Rumus	Keterangan
$P(H E,e)$	Probabilitas hipotesis H benar jika muncul evidence baru E dari evidence lama e

- P(H|E)** Probabilitas hipotesis H benar jika diberikan evidence E
- P(e|E,H)** Kaitan antar e dan E jika hipotesis H evidence E
- P(e|E)** Kaitan antar e dan E tanpa memandang hipotesis apapun
- E** Evidence baru
- E** Evidence lama

Adapun dalam perhitungannya dengan menggunakan Fuzzy Mamdani sebagai berikut :

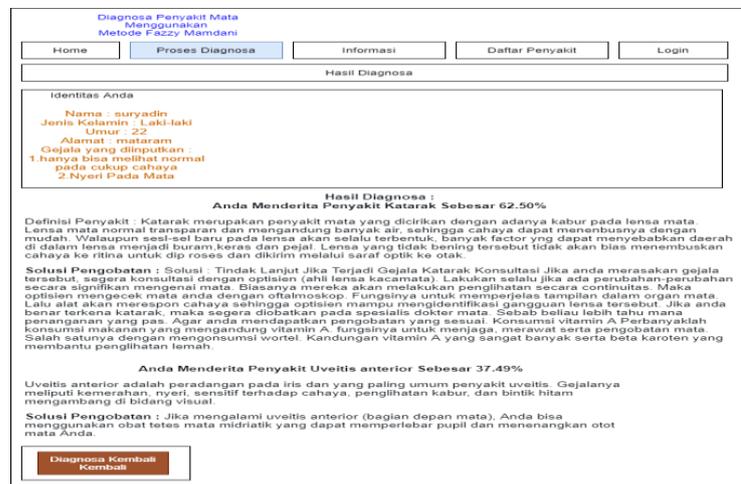
a. Probabilitas sahrul terkena katarak :

$$\begin{aligned}
 p &= \text{katarak} | \text{Penglihatan berkabut} \\
 &= \frac{(0.5)(0.3)}{(0.5)(0.3) + (0.1)(0.2) + (0.1)(0.3)(0.1)(0.2) + (0.2)(0.1)} \\
 &= \frac{0.15}{0.24} \equiv 0.62
 \end{aligned}$$

b. Probabilitas sahrul terkena uveitis anterior :

$$\begin{aligned}
 p &= \text{Uveitis Anterior} | \text{Penglihatan berkabut} \\
 &= \frac{(0.3)(0.3)}{(0.3)(0.3) + (0.1)(0.2) + (0.2)(0.3)(0.1)(0.1) + (0.2)(0.3)} \\
 &= \frac{0.09}{0.24} \equiv 0.37
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas sahrul menderita penyakit katarak sebesar 62% dan penyakit Uveitis Anterior sebesar 37% seperti dalam hasil program pada gambar 3.2 di bawa ini.



Gambar 3. Hasil Diagnosa

Berikut ini tabel keputusan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada mata manusia Menggunakan Metode fuzzy

Tabel 3. Tabel Penyakit

No	Nama Penyakit	Gejala	Bobot
1	Katarak	Rasa sakit atau seperti terbakar pada amata	5
		Sering berkedip	1
		Mata terasa kotor	1
		Hanya bisa melihat normal pada cukup Cahaya	5
		Terdapat bintik-bintik hitam yang muncul dalam lapang	3

		pandang	
		Rasa gatal pada mata	3
		Mata terlihat juling	5
2	Konjungtivitis	Mata merah	5
		Rasa gatal pada mata	1
		Sensitif terhadap Cahaya	3
		Rasa sakit atau seperti terbakar pada amata	5
3	Glaukoma	Penglihatan kacau waktu malam	5
		Penglihatan mulai sama-samar dan berkabut	3
		Mata terasa perih dan gatal	5
4	Uveitis Anterior	Nyeri pada mata	1
		Terdapat bintik-bintik hitam yang munculg pada lapang pandang	5
		Sensitif terhadap Cahaya	1
5	Pesbiopia	Cendrung memegang bacaan lebih jauh	1
		Kesulitan membaca buku yang berukuran kecil	1
		Rasa gatal pada mata	1

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Metode Bobot Penyakit

Setiap gejala penyakit pada mata manusia memiliki nilai bobot. Dimana bobot penyakit adalah nilai kepercayaan pada gejala. Nilai bobot ini mewakili kepercayaan ahli terhadap suatu gejala yang mempengaruhi terjadinya penyakit tertentu dan berikut adalah tabel bobot gejala yang diperoleh dari hasil penelitian di Puskesmas Dompu. [14]

Tabel 4. Bobot Penyakit

No	Nama Penyakit	Gejala	Bobot
1	Katarak	Nyeri atau terbakar di mata	5
		Berkedip sering	1
		Mata terasa kotor	1
		Hanya bisa melihat secara normal dalam cahaya yang cukup	5
		Ada bintik-bintik hitam yang muncul di bidang visual	3
		Rasa gatal di mata	3
		Mata terlihat juling	5
2	Konjungtivitis	Mata merah	5
		Rasa gatal di mata	1
		Sensitif terhadap cahaya	3
		Nyeri atau terbakar di mata	5
3	Glaukoma	penglihatan waktu yang terdistorsi Malam	5
		Penglihatan mulai kabur dan berkabut	3
		Mata terasa perih dan gatal	5
4	Uveitis anterior	Sakit di mata	1
		Ada bintik-bintik hitam yang muncul di bidang visual	5
		Sensitif terhadap cahaya	1
5	Pesbiopia	Cenderung menahan bacaan lebih lanjut	1
		Kesulitan membaca buku kecil	1
		Rasa gatal di mata	1

Tabel 5. Bobok Keyakinan

No	Tingkat	Gejala
1	Yakin	1
2	Tentu saja	0,3 – 0,5
3	Tidak yakin	0,2 – 0,1

Metode pengembangan ahli fuzzy mamdani merupakan salah satu cara untuk mengetahui probabilitas bersyarat. Probabilitas bersyarat adalah probabilitas suatu peristiwa terjadi, mengingat peristiwa itu memiliki hubungan dengan satu atau lebih peristiwa lain [22]

Fuzzy mamdani memiliki bentuk atau rumus sebagai berikut:

$$P(H|E,e) = P(H|E)P(e|E,H) \dots (1)$$

$$P(e|E)$$

Tabel 6. Deskripsi Rumus Fuzzy Mamdani

Rumus	Keterangan
$P(H E,e)$	Probabilitas hipotesis H benar jika bukti baru E muncul dari bukti lama
$P(H E)$	Probabilitas bahwa hipotesis H benar jika bukti E diberikan
$P(e E,H)$	Kaitan antara e dan E jika hipotesis H membuktikan E
Kencing)	Hubungan antara e dan E terlepas dari hipotesis apa pun
e	Tarian baru
e	Tarian tua

3.2 Perhitungan Fuzzy Mamdani

Dari nilai probabilitas yang ditentukan oleh ahli dapat dihitung dengan menggunakan metode Fuzzy Mamdani, adapun studi kasus berikut: Dari nilai probabilitas yang ditentukan oleh pakar, dapat dihitung dengan menggunakan metode Fuzzy Mamdani, adapun contoh studi kasus sebagai berikut: Putri mengalami gejala penglihatan berkabut di matanya. Dokter menduga bahwa Putri terkena penyakit:

- Katarak dengan probabilitas memandang gejala = 0.5
- Katarak dengan probabilitas tak memandang gejala apapun = 0.3
- Presbiopia dengan probabilitas memandang = 0.1
- Presbiopia dengan probabilitas tak memandang gejala apapun = 0.2
- Uveitis Anterior dengan probabilitas memandang = 0.1
- Uveitis Anterior dengan probabilitas tak memandang gejala apapun = 0.3
- Konjungtiva dengan probabilitas memandang = 0.1
- Konjungtiva dengan probabilitas tak memandang gejala apapun = 0.2
- Glukoma dengan probabilitas memandang = 0.2
- Glukoma dengan probabilitas tak memandang gejala apapun = 0.1

Adapun dalam perhitungannya dengan menggunakan Fuzzy Mamdani sebagai berikut :

- Probalitas putri terkena katarak :

$$p = \frac{\text{katarak}|\text{Penglihatan berkabut}}{(0.5)(0.3)}$$

$$= \frac{(0.5)(0.3) + (0.1)(0.2) + (0.1)(0.3)(0.1)(0.2) + (0.2)(0.1)}{0.24}$$

$$= \frac{0.15}{0.24} = 0.62$$

- Probalitas putri terkena konjungtivitis :
- p = Konjungtivitis|Penglihatan berkabut

$$= \frac{(0.1)(0.2)}{(0.5)(0.3) + (0.1)(0.2) + (0.1)(0.3)(0.1)(0.2) + (0.2)(0.1)}$$

$$= \frac{0.02}{0.24} \equiv 0.083$$

- c. Probabilitas putri terkena glaukoma :
 $p = \text{Glaukoma} | \text{Penglihatan berkabut}$

$$= \frac{(0.1)(0.3)}{(0.5)(0.3) + (0.1)(0.2) + (0.1)(0.3)(0.1)(0.2) + (0.2)(0.1)}$$

$$= \frac{0.03}{0.24} \equiv 0.12$$

- d. Probabilitas putri terkena uveitis anterior :
 $p = \text{Uveitis Anterior} | \text{Penglihatan berkabut}$

$$= \frac{(0.1)(0.2)}{(0.5)(0.3) + (0.1)(0.2) + (0.1)(0.3)(0.1)(0.2) + (0.2)(0.1)}$$

$$= \frac{0.02}{0.24} \equiv 0.083$$

- e. Probabilitas putri terkena presbiopia :
 $p = \text{Presbiopia} | \text{Penglihatan berkabut}$

$$= \frac{(0.2)(0.1)}{(0.5)(0.3) + (0.1)(0.2) + (0.1)(0.3)(0.1)(0.2) + (0.2)(0.1)}$$

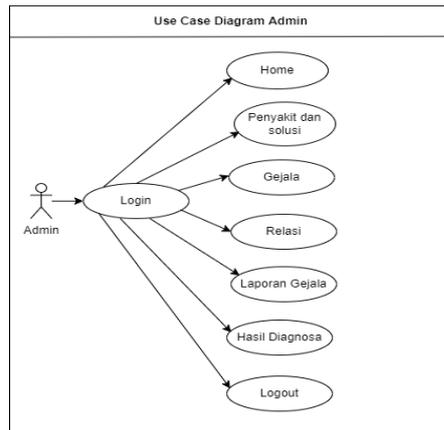
$$= \frac{0.02}{0.24} \equiv 0.083$$

Maka dapat disimpulkan probabilitas nilai tertinggi, Putri menderita penyakit Katarak dengan nilai 0.62%. Dari hasil perhitungan di atas, anak perempuan menderita katarak sebesar 62% dan penyakit Uveitis Anterior sebesar 37%.

3.3 Perencanaan Sistem

1. Gunakan Diagram Kasus

Use case pada aplikasi Sistem Pakar ini akan melibatkan 2 aktor yaitu : admin dan user. Use Case akan dibagi menjadi dua bagian, bagian pertama adalah Use Case Admin, dan bagian kedua adalah Use User case.

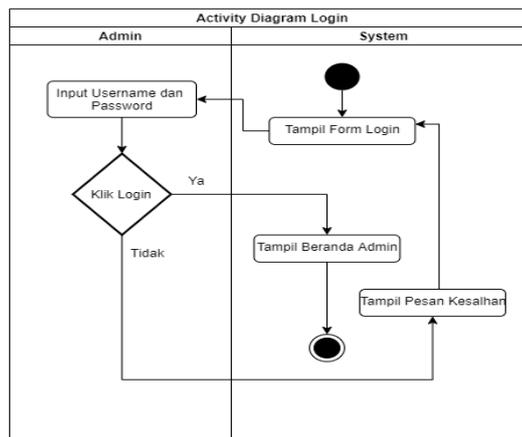


Gambar 4. Use Case Diagram Admin[23]

3.4 Diagram Aktivitas

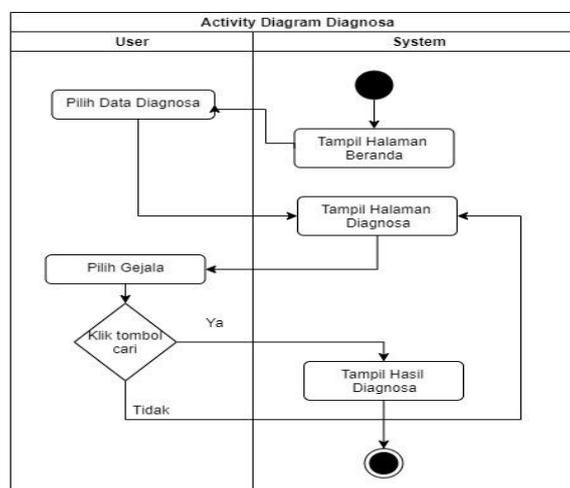
Activity Diagram adalah diagram aliran data yang dihasilkan dari dekomposisi use case atau gambaran use case yang lebih detail.

a. Diagram Aktivitas untuk Login



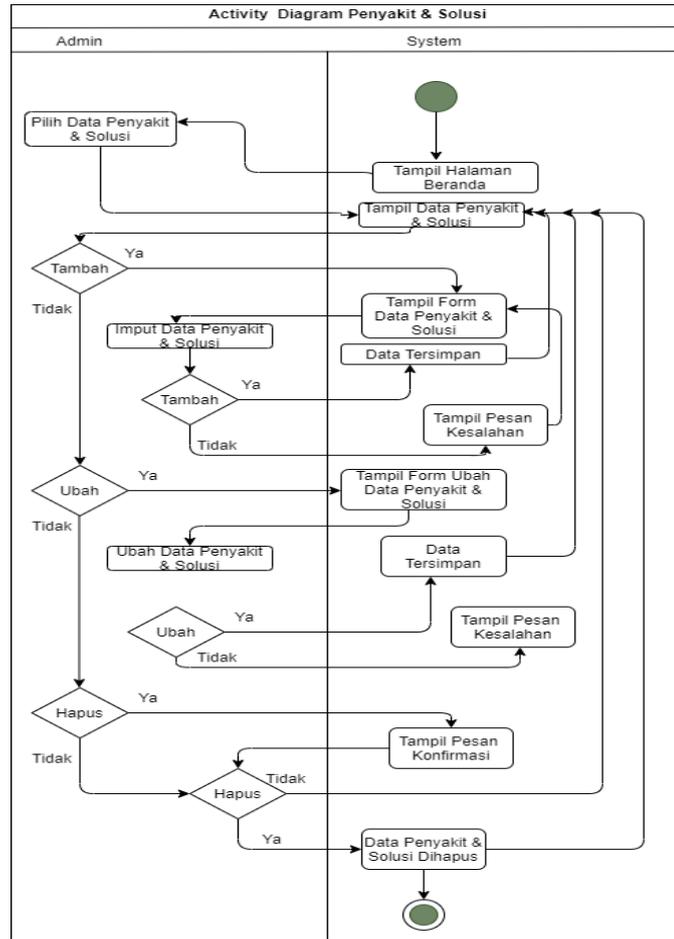
Gambar 5. Activity Diagram form Login[23]

b. Activity Diagram untuk Proses Diagnostik



Gambar 6. Activity Diagram Form Proses Diagnostik[23]

c. Activity Diagram Penyakit dan Solusinya

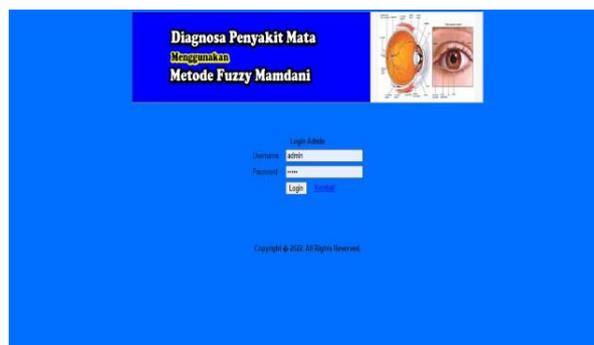


Gambar 7. Activity Diagram Bentuk Penyakit dan Solusinya[23]

3.5 Impelentasi Sistem

1. Tampilan Form Login

Halaman Login merupakan halaman yang muncul pertama kali ketika kita akan mengakses halaman beranda. Setelah mengisi username dan password, maka sistem akan memvalidasi kesamaan atau kemiripan usename dan password yang telah didaftarkan sebelumnya pada halaman registrasi. Jika username dan password yang dimasukan benar atau cocok maka akan dilanjutkan ke halaman beranda. Jika terjadi kesalahan baik dalam memasukkan username maupun password maka akan ditampilkan pesan kesalahan "username atau password yang yang anda masukan salah", dan terdapat tombol untuk login ulang untuk kembali ke halaman sebelumnya untuk melakukan login ulang.



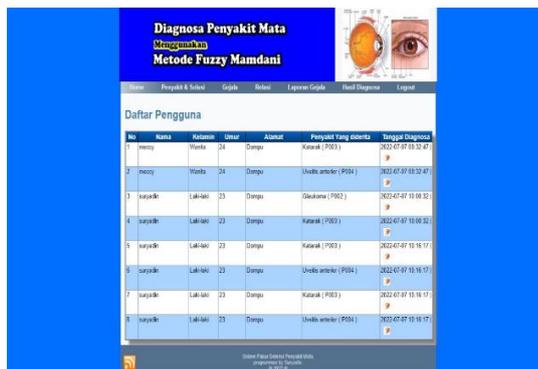
Gambar 8. Tampilan Form Login[23]

2. Tampilan Beranda Pengguna
Pada halaman awal user ini akan muncul halaman awal, proses diagnosa, informasi, daftar penyakit dan login serta penjelasan sistem pakar diagnosa penyakit mata.



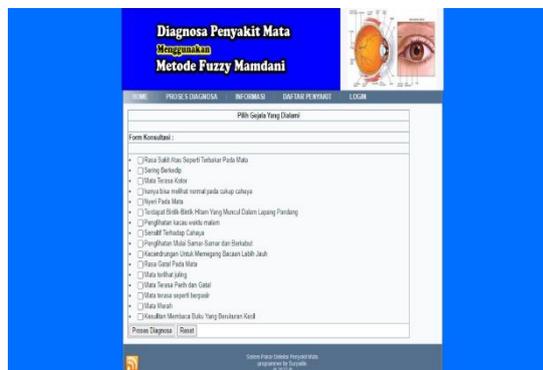
Gambar 9. Tampilan Beranda Pengguna[23]

3. Tampilan Formulir Hasil Diagnostik
Pada halaman ini akan ditampilkan hasil diagnosa yang akan ditampilkan dalam bentuk tabel yang memuat nomor, nama, jenis kelamin, umur, alamat, penyakit dan tanggal diagnosa.



Gambar 10. Tampilan Form Hasil Diagnostik[23]

4. Tampilan Halaman Konsultasi Penyakit
Pada halaman ini pasien akan melakukan konsultasi penyakit seperti memilih gejala yang dialami, setelah memilih gejala yang dialami kemudian mengklik proses diagnosa



Gambar 11. Tampilan Halaman Konsultasi Penyakit[23]

5. Tampilan Halaman Hasil Diagnosa
Halaman ini akan menampilkan hasil diagnosis yang dilakukan dimana akan muncul identitas pasien dan nama penyakit serta solusi penyakitnya.



Gambar 12. Tampilan Halaman Hasil Diagnosa[23]

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi sistem pada penerapan metode Fuzzy Mamdani untuk mendiagnosa penyakit mata pada manusia, maka didapatkan beberapa kesimpulan seperti Metode Fuzzy Mamdani berhasil di implementasikan ke dalam sistem pakar mendiagnosa penyakit mata. Proses pengambilan keputusan yang menggunakan metode fuzzy Mamdani untuk mendapatkan keputusan terbaik dilakukan melalui beberapa langkah yaitu pembentukan himpunan fuzzy. Keuntungan dari metode fuzzy Mamdani adalah lebih spesifik. Artinya, dalam prosesnya, metode fuzzy Mamdani lebih memperhatikan kondisi yang terjadi pada setiap wilayah fuzzy dan menghasilkan keputusan yang lebih akurat. Metode fuzzy mamdani adalah metode yang menarik kesimpulan yang mudah dipahami manusia karena paling sesuai dengan naluri manusia. Oleh karena itu, penggunaan metode fuzzy mamdani memberikan keputusan terbaik pada masalah tersebut, dibandingkan dengan metode Kanno yang merupakan metode lain dari sistem inferensi fuzzy, metode ini tidak melalui proses komposisi aturan dan defuzzifying dengan metode centroid. Dari hasil perhitungan diagnosis yang dilakukan oleh sistem dapat diketahui titik keakuratan diagnosis sistem dengan dokter mencapai 93,3%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

REFERENCES

- [1] G. R. S. Ramadhanu A, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Rubella Pada Anak Menggunakan Metode Forward Chaining Dengan Bahasa Pemrograman Php & Database Mysql," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 3, no. 1, pp. 254–258, 2019.
- [2] A. Muhammad *et al.*, "Analisa Jalur Kritis Pada Penjadwalan Proyek Pengembangan Sistem Informasi Menggunakan Teknik Critical Path Method (CPM) (Studi Kasus : PT . XYZ)".
- [3] N. Sari, M. Nasution, and M. H. Munandar, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Mata Manusia Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web," *J. Tek. Inform. UNIKA St. Thomas*, vol. 06, pp. 171–177, 2021, doi: 10.54367/jtiust.v6i1.1275.
- [4] Budiman and T. Arifin, "Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Mata Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Web," vol. 3, no. 1, pp. 154–166, 2022.
- [5] I. W. Priyana, "Rancang Bangun Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Mata Dengan Metode Teorema Bayes," *Edutic - Sci. J. Informatics Educ.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2016, doi: 10.21107/edutic.v2i1.1551.
- [6] P. Studi, T. Informatika, F. Teknologi, and I. Dan, "MANUSIA DENGAN METODE FUZZY MAMDANI," 2022.
- [7] D. Harto, "Perancangan Sistem Pakar Untuk Mengidentifikasi Penyakit Pada Tanaman Semangka Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor," *J. Pelita Inform. Budi Darma*, vol. IV, no. 2, pp. 22–27, 2013.
- [8] P. Mata, "Prosiding Seminar Rekam Medik Dan Informasi Kesehatan Rancang Bangun Sistem Pakar Fuzzy Untuk Diagnosa Prosiding Seminar Rekam Medik Dan Informasi Kesehatan," pp. 88–98.
- [9] W. B. Zulfikar, Jumadi, P. K. Prasetyo, and M. A. Ramdhani, "Implementation of Mamdani Fuzzy Method in Employee Promotion System," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 288, no. 1, 2018, doi:

- 10.1088/1757-899X/288/1/012147.
- [10] 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.
- [11] Alwendi and A. S. Mandopa, "Aplikasi Fuzzy Mamdani Untuk Menentukan Tingkat Keberhasilan Dosen," *SMART J. Teknol. Inf. dan Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 59–66, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.58222/smart.v2i2.275>
- [12] N. A. Siregar, R. Akram, and N. Fadillah, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Kucing Anggora Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Website," *Chain J. ...*, pp. 68–77, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.techcartpress.com/index.php/chain/article/view/30%0Ahttps://ejournal.techcartpress.com/index.php/chain/article/download/30/24>
- [13] M. Yunus, F. Hamzah, and K. Anam, "Rancang Bangun Sistem Pakar Fuzzy Untuk Diagnosa Penyakit Mata," *Pros. RMIK Politek. ...*, pp. 88–98, 2019, [Online]. Available: <https://publikasi.polije.ac.id/index.php/prosidingrmd/article/view/1570%0Ahttps://publikasi.polije.ac.id/index.php/prosidingrmd/article/download/1570/1221>
- [14] P. Ananta Dama Putra, I. K. Adi Purnawan, and D. Purnami Singgih Putri, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Mata dengan Fuzzy Logic dan Naïve Bayes," *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, vol. 6, no. 1, p. 35, 2018, doi: 10.24843/jim.2018.v06.i01.p04.
- [15] G. Putra Suwandi, N. Hidayat, and Suprpto, "Sistem Diagnosis Penyakit Mata Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 582–586, 2019.
- [16] M. Muafi, A. Wijaya, and V. A. Aziz, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mata Pada Manusia Menggunakan Metode Forward Chaining," *COREAI J. Kecerdasan Buatan, Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 43–49, 2020, doi: 10.33650/coreai.v1i1.1669.
- [17] W. Setiawan and S. Ratnasari, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Mata Menggunakan Naive Bayes Classifier," *Issn 2407 - 1846*, vol. TINF-004, no. November, pp. 1–6, 2014.
- [18] S. Erniwati, M. Multazam, and A. Subki, "Pengembangan Sistem Informasi Geografis Destinasi Wisata Desa Tete Batu Berbasis Android," 2021.
- [19] H. Fahmi, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mata Katarak Dengan Metode Certainty Factor Berbasis Web," *Matics*, vol. 11, no. 1, p. 27, 2019, doi: 10.18860/mat.v11i1.7673.
- [20] N. Aini, R. Ramadiani, and H. R. Hatta, "Sistem Pakar Pendiagnosa Penyakit Tuberkulosis," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 12, no. 1, p. 56, 2017, doi: 10.30872/jim.v12i1.224.
- [21] R. Kurniawan and L. K. Wardhani, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Mata Dengan Metode Bayesian Network," *Sntiki Iii 2011*, 2011.
- [22] M. Simanjuntak and A. Fauzi, "Penerapan Fuzzy Mamdani Pada Penilaian Kinerja Dosen (Studi Kasus STMIK Kaputama Binjai)," *J. ISD*, vol. 2, no. 2, pp. 2528–5114, 2017.
- [23] U. T. Mataram, "EXPLORE – Volume 12 No 1 Tahun 2022 Terakreditasi Sinta 5 SK No : 23 / E / KPT / 2019 Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Mata Manusia Dengan Metode Fuzzy Mamdani Menggunakan PHP dan MYSQL EXPLORE – Volume 12 No 1 Tahun 2022 Terakreditasi Sinta 5 SK No : 23 / ," vol. 12, no. 1, pp. 1–12, 2022.