



ARTICLE

Implementasi Sistem Pakar Penyakit Mata Katarak Menggunakan Metode Certainty Factor

Implementation Of A Cataract Eye Disease Expert System Using The Certainty Factor Method

Sebastianus A. S. Mola, Alexandro E. Y. Saragih, * dan Arfan Y. Mauko

Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: alexandrosaragih0810@gmail.com

(Disubmit 2023-11-22; Diterima 2024-03-23; Dipublikasikan online pada 2024-09-05)

Abstrak

Penyakit mata katarak sering diderita oleh orang yang berusia lanjut, tetapi tidak jarang juga diderita oleh orang yang masih berusia muda, dimana jika dibiarkan dalam jangka waktu yang lama dapat menimbulkan kebutaan bagi penderitanya. Terdapat 10 jenis penyakit mata katarak namun dalam penelitian ini hanya 4 jenis yang digunakan yakni katarak sekunder, senilis, katarak komplikata, dan katarak traumatika. Keempat jenis ini adalah jenis penyakit mata katarak yang paling sering terjadi di NTT. Jumlah dokter spesialis mata yang terbatas dan akses ke fasilitas kesehatan yang tidak merata menyebabkan kebanyakan penyakit katarak di NTT terlambat penanganannya. Pada penelitian ini dibangun sebuah sistem pakar untuk mengoptimalkan dan meningkatkan efektifitas pelayanan konsultasi penyakit pasien penderita katarak sehingga lebih cepat untuk mengidentifikasi penyakit yang diderita. Sistem yang dibangun menggunakan *certainty factor* dalam menangani ketidakpastian dari aturan dan gejala yang dialami pasien. Tujuan penelitian ini adalah untuk membangun sebuah prototipe sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit mata katarak agar dapat meningkatkan aksesibilitas terhadap pelayanan konsultasi kesehatan. Hasil pengujian yang dilakukan dengan membandingkan 72 data hasil diagnosis pakar dan sistem diperoleh akurasi sebesar 91,66% yang sesuai dan berada di atas nilai threshold $\geq 85\%$, serta 8,33% data yang juga sesuai namun berada di bawah nilai threshold. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem dapat melakukan identifikasi penyakit mata katarak dengan sangat baik.

Kata kunci: Katarak; Sistem Pakar; Certanty Factor

Abstract

Cataract eye disease is often suffered by older people, but it is also not uncommon for young people to suffer, where if left for a long time it can cause blindness for the sufferer. There are 10 types of cataracts, but in this study only 4 types were used, namely secondary cataracts, senile cataracts, complicated cataracts and traumatic cataracts. These four types are the most common types of cataract eye disease in NTT. The limited number of eye specialist doctors and unequal access to health facilities means that most cataracts in NTT are treated late. In this research, an expert system was built to optimize and increase the effectiveness of disease consultation services for patients with cataracts so that they can more quickly identify the disease they are suffering from. The system built uses certainty factors to handle the uncertainty of the rules and symptoms experienced by patients. The aim of this research is to build an expert system for diagnosing cataract eye disease in order to increase accessibility to health consultation services. The results of tests carried out by comparing 72 data from expert diagnosis results and the system obtained an accuracy of 91.66% which was appropriate and above the threshold value of $\geq 85\%$, and 8.33% of data which was also appropriate but below the threshold value. The results of this test show that the system can identify cataract eye disease very well.

KeyWords: Cataract; Expert System; Certanty Factor

1. Pendahuluan

Mata merupakan pancaindra yang sensitif dan rawan akan iritasi. Apabila mata terkena iritasi dan tidak ditangani dengan cepat dapat menyebabkan katarak. Katarak merupakan penurunan progresif kejernihan lensa mata, dimana lensa akan menjadi keruh atau berwarna putih abu-abu yang mengakibatkan ketajaman penglihatan berkurang. Katarak terjadi apabila protein pada lensa yang secara normal transparan terurai dan mengalami koagulasi pada lensa[1]. Penyakit mata katarak jika dibiarkan dalam jangka waktu yang lama dapat menimbulkan kebutaan bagi penderitanya. Terdapat 10 jenis penyakit katarak[2] namun dalam penelitian ini digunakan 7 jenis yang paling banyak terjadi di NTT yakni katarak kongenital, katarak juvenil, katarak insipien, katarak senilis imatur, katarak senilis Mmatur, katarak senilis hiper matur.

Penyakit mata katarak sebenarnya dapat diatasi dengan melakukan operasi mata. Namun masih banyak masyarakat yang mengalami penyakit mata katarak dikarenakan kurangnya informasi dan pengetahuan mengenai gejala-gejala penyakit mata katarak. Hal ini disebabkan karena kurangnya tenaga dokter spesialis mata, kurang meratanya fasilitas kesehatan seperti rumah sakit mata yang hanya ada di kota Kupang, dan akses ke layanan kesehatan yang terbatas. Berdasarkan data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia tahun 2018 di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) jumlah penderita penyakit mata katarak berjumlah 12 ribu. Jumlah dokter spesialis mata di rumah sakit W.Z. Yohannes Kupang pada tahun 2023 sebanyak 3 orang. Dengan jam kerja yang terbatas, proses konsultasi antara pasien dan dokter menjadi tidak maksimal karena pasien harus menunggu lama untuk dapat melakukan konsultasi.

Beberapa penelitian sebelumnya mengenai pengembangan sistem pakar diagnosis penyakit mata secara umum telah dilakukan oleh [3],[4],[5] dengan menggunakan metode certainty factor (CF). Penelitian lain mengenai diagnosis penyakit katarak dengan menggunakan metode lain telah dilakukan oleh [3] dengan menggunakan metode Naïve Bayes, [6] dengan menggunakan metode k-NN, dan [7] dengan menggunakan metode case-based.

Secara lebih spesifik, penelitian mengenai sistem pakar dengan menggunakan metode CF untuk diagnosa penyakit katarak pada anak juga telah dilakukan oleh [8]. Sistem yang dibangun hanya dapat mendeteksi 3 jenis penyakit katarak. Penelitian serupa juga dilakukan oleh [9] dengan batasan 3 penyakit saja. Penelitian [8], [9] membuktikan bahwa metode CF sangat baik dalam menangani ketidakpastian yang dibuktikan dengan Tingkat akurasi system di atas 90%. Penelitian [10] dalam membandingkan metode CF dan Dempster-Shafer menemukan bahwa metode CF lebih baik dalam menangani ketidakpastian yang dibuktikan dengan tingkat akurasi pengujian system sebesar 100%. Penelitian [11] juga membandingkan metode \neg -case-based, Naïve Bayes dan CF dalam system pakar diagnosis penyakit katarak. Hasil yang diperoleh adalah metode CF memberikan performa terbaik dengan tingkat akurasi 90,4%.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sebuah prototipe sistem pakar untuk membantu mendiagnosis penyakit mata katarak berdasarkan gejala yang dialami pasien tanpa harus melakukan konsultasi secara langsung dengan pakar. Dalam membangun sistem pakar ini digunakan metode yaitu CF untuk mengakomodir adanya ketidakpastian dalam pembangunan pengetahuan dan dalam jawaban pasien. Kelebihan dari metode ini adalah kemampuannya dalam melakukan inferensi pada kondisi tidak pasti [12]. Penelitian ini juga memperluas domain masalah yang sebelumnya telah diteliti oleh [3], [4], [5] menjadi 4 jenis penyakit katarak.

2. Metode

2.1 Certainty Factor

Certainty factor (CF) merupakan nilai parameter klinis yang diberikan MYCIN untuk menunjukkan besarnya kepercayaan. Berikut merupakan rumusan dasar CF [13]:

$$CF(H, E) = MB(H, E) - MD(H, E) \quad (1)$$

dimana:

CF(H,E) : Faktor kepastian dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh premis (evidence) E.

MB(H,E) : Ukuran kepercayaan terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh premis (evidence) E.
 MD(H,E) : Ukuran ketidakpastian terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh premis (evidence) E.

Perhitungan CF dengan satu eviden dalam premis seperti pada persamaan (2) [13].

$$CF(H, E) = CF(E, e)CF(H, e) \tag{2}$$

Dimana:

$CF(E, e)$: Faktor kepastian eviden e dalam mendukung premis E

$CF(H, e)$: Faktor kepastian eviden e dalam mendukung hipotesis H

Namun apabila dalam satu premis berisi lebih dari satu eviden maka harus diperhitungkan relasi antareviden di dalam premis tersebut apakah relasi konjugasi atau disjungsi. Perhitungan CF berdasarkan persamaan (2) menjadi: Misalkan aturan A_1 memiliki premis dengan kongjungsi AND maka CF aturannya menjadi:

$$CFA_1 = CF(H, E) = \text{Min}(CF(E, ea), CF(E, eb))CF(H, e) \tag{3}$$

dengan:

CFA_1 : CF untuk aturan 1

$CF(E, ea)$: Faktor kepastian eviden ea mendukung premis E

$CF(E, eb)$: Faktor kepastian eviden eb mendukung premis E

Namun jika aturan A_1 menggunakan disjungsi OR maka CF aturannya menjadi:

$$CFA_1 = CF(H, E) = \text{Max}(CF(E, ea), CF(E, eb))CF(H, e) \tag{4}$$

Jika terdapat dua aturan A_1 dan A_2 memiliki konklusi yang sama maka perhitungan CF kombinasi antara A_1 dan A_2 menjadi:

$$CF_{COMBINE}(A_1, A_2) = CFA_1 + CFA_2(1 - CFA_1) \tag{5}$$

Dimana (A_1, A_2) adalah CF kombinasi untuk aturan A_1 dan aturan A_2 .

2.1.1 Penyakit Mata Katarak

Katarak adalah keruhan yang terjadi pada lensa. Katarak merupakan kondisi yang berkembang secara perlahan dan pada awalnya tidak menimbulkan gangguan yang terasa. Beberapa penyakit mata katarak sebagai berikut: Katarak Kongenital [14], Katarak Juvenil [15], Katarak Insipien [16], Katarak Senilis Imatur [17], Katarak Senilis Matur [18], Katarak Senilis Hiper matur [19], dan Katarak Traumatik [20]. Tabel 1 menunjukkan daftar gejala penyakit katarak yang dikodekan dengan G01 sampai G19. Selanjutnya pada Tabel 2 memuat $CF(H,e)$ untuk pasangan tiap gejala pada masing-masing penyakit katarak. $CF(H,e)$ ini diperoleh dari pakar dan menunjukkan keyakinan pakar akan kepastian sebuah gejala terapat dalam penyakit. Tabel 3 menunjukkan aturan yang digunakan dalam sistem ini.

Tabel 1. Gejala Penyakit Katarak

Kode Gejala	Nama Gejala
G01	Penglihatan menjadi kabur (tidak dapat melihat dengan baik)
G02	Sensitif terhadap cahaya
G03	Nyeri pada mata
G04	Pandangan mata seperti tertutupi asap
G05	Penglihatan ganda
G06	Penglihatan warna memudar atau tidak jelas
G07	Sulit melihat di malam hari
G08	Ada warna putih di sekitar pupil
G09	Ukuran lensa kacamata yang sering berubah
G10	Hanya bisa melihat normal pada cukup cahaya
G11	Lensa mata mengalami perubahan warna
G12	Tidak bisa membaca dengan jelas
G13	Tidak bisa melihat objek jauh dengan jelas
G14	Pandangan mata seperti menyempit
G15	Jumlah air mata berlebihan
G16	Jumlah kotoran mata yang berlebihan
G17	Mata kering
G18	Riwayat trauma
G19	Riwayat penyakit sistemik

Tabel 2. Nilai CF(H,e)

Penyakit Gejala	CF (H,e)						
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
G01	0,6	0,8	0,4	0,6	0,2	0,4	
G02	0,8			0,8		0,6	
G03			0,2				0,2
G04		0,4				0,8	
G05		0,6			0,8		
G06			0,6				0,8
G07				0,6	0,8	0,6	
G08	0,4		0,8			0,6	
G09		0,4		0,6		0,8	0,6
G10			0,8		0,6		
G11						1,0	
G12				1,0			
G13		0,8				0,6	
G14							1,0
G15	0,6			0,8			
G16	1,0						
G17						1,0	
G18							0,4
G19	0,6	0,6			0,8	0,4	0,2

dimana:

P01 : Katarak Kongenital

P02 : Katarak Juvenil

- P03 : katarak traumatik
- P04 : Katarak insipient
- P05 : katarak senilis imatur
- P06 : katarak senilis matur
- P07 : senilis hiper matur

Tabel 3. Aturan

Aturan
IF (G01) OR (G02) OR (G08) OR (G15) OR (G16) OR (G19) THEN (P01)
IF (G01) OR (G04) OR (G05) OR (G09) OR (G13) OR (G19) THEN (P02)
IF (G01) OR (G06) OR (G08) OR (G10) THEN (P03)
IF (G01) OR (G02) OR (G07) OR (G09) OR (G12) OR (G15) THEN (P04)
IF (G01) OR (G05) OR (G07) OR (G10) OR (G19) THEN (P05)
IF (G01) OR (G02) OR (G04) OR (G07) OR (G08) OR (G09) OR (G11) OR (G13) OR (G17) OR (G19) THEN (P06)
IF (G03) OR (G06) OR (G09) OR (G14) OR (G18) OR (G19) THEN (P07)

Tabel 4 memuat tingkat kepastian pengguna (CF(E,e)) terhadap gejala yang dialami dari Kurang Yakin sampai Sangat Yakin.

Tabel 4. CF(E,e)

No	Keterangan	CF (E,e)
1	Sangat Yakin	1
2	Yakin	0,8
3	Cukup Yakin	0,6
4	Sedikit Yakin	0,4
5	Kurang Yakin	0,2

2.2 Nilai Ambang $CF_{COMBINE}$

Nilai ambang $CF_{COMBINE}$ adalah nilai minimum nilai $CF_{COMBINE}$ dari inferensi sistem yang agar solusi dapat diberikan kepada pasien. Dalam sistem pakar ini digunakan nilai ambang untuk $CF_{COMBINE}$ sebesar 0,85. Nilai ini merupakan tetapan dari pakar dan dianggap nilai yang wajar untuk mengakui tingkat kepastian diagnosis yang diberikan oleh sistem berdasarkan kepastian gejala dari pasien dan kepastian aturan dari pakar.

3. Hasil

Misalkan pasien memilih 4 gejala dan nilai CF(E,e) seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Jawaban Pasien

Kode Gejala	Nama gejala	Jawaban	CF(E,e)
G01	Penglihatan menjadi kabur	Sangat yakin	1,0
G06	Penglihatan warna memudar atau tidak jelas	Yakin	0,8
G08	Ada warna putih di sekitar pupil	Cukup yakin	0,6
G10	Hanya bisa melihat warna normal pada cahaya normal	Cukup yakin	0,6

Maka perhitungan CF(H,E) sesuai persamaan 2 untuk setiap jenis penyakit dapat dilihat pada Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8, Tabel 9, dan Tabel 10. Nilai CF(H,e) yang digunakan diperoleh dari Tabel 2 dan persamaan 5 digunakan untuk menghitung $CF_{COMBINE}$.

Tabel 6. Perhitungan CF (H,E) untuk P01

Aturan	CF(E,e)	CF(H,e)	CF(H,E)	$CF_{COMBINE}$
A01	1,0	0,6	0,6	-
A02	0	0,8	0	0,6
A03	0,6	0,4	0,24	0,696
A04	0	0,6	0	0,696
A05	0	1,0	0	0,696
A06	0	0,6	0	0,696

Nilai $CF_{COMBINE}$ untuk P01 (*katarak Kongenital*) sebesar 0,69.

Tabel 7. Perhitungan CF (H,E) untuk P02

Aturan	CF(E,e)	CF(H,e)	CF(H,E)	$CF_{COMBINE}$
A07	1,0	0,8	0,8	-
A08	0	0,4	0	0,8
A09	0	0,4	0	0,8
A10	0	0,6	0	0,8
A11	0	0,8	0	0,8
A12	0	0,6	0	0,8

Nilai $CF_{COMBINE}$ untuk P02 (*katarak Juvenil*) sebesar 0,8.

Tabel 8. Perhitungan CF (H,E) untuk P03

Aturan	CF(E,e)	CF(H,e)	CF(H,E)	$CF_{COMBINE}$
A13	1,0	0,4	0,4	-
A14	0,8	0,6	0,48	0,68
A15	0,6	0,8	0,48	0,83
A16	0,6	0,8	0,48	0,91

Nilai $CF_{COMBINE}$ untuk P03 (*katarak insipien*) sebesar 0,91.

Tabel 9. Perhitungan CF (H,E) untuk P04

Aturan	CF(E,e)	CF(H,e)	CF(H,E)	$CF_{COMBINE}$
A17	1,0	0,6	0,6	-
A18	0	0,8	0	0,6
A19	0	0,6	0	0,6
A20	0	0,4	0	0,6
A21	0	1,0	0	0,6
A22	0	0,8	0	0,6

Nilai $CF_{COMBINE}$ untuk P04 (*katarak senilis imatur*) sebesar 0,6.

Tabel 10. Perhitungan CF (H,E) untuk P05

Aturan	CF(E,e)	CF(H,e)	CF(H,E)	CF _{COMBINE}
A23	1,0	0,2	0,2	-
A24	0	0,8	0	0,2
A25	0	0,8	0	0,2
A26	0,6	0,6	0,36	0,48
A27	0	0,8	0	0,48

Nilai $CF_{COMBINE}$ untuk P05 (*katarak senilis matur*) sebesar 0,48.

Tabel 11. Perhitungan CF (H,E) untuk P06

Aturan	CF(E,e)	CF(H,e)	CF(H,E)	CF _{COMBINE}
A28	1,0	0,4	0,4	0,4
A29	0	0,6	0	0,4
A30	0	0,8	0	0,4
A31	0	0,6	0	0,4
A32	0,6	0,6	0,36	0,61
A33	0	0,8	0	0,61
A34	0	1,0	0	0,61
A35	0	0,6	0	0,61
A36	0	1,0	0	0,61
A37	0	0,4	0	0,61

Nilai $CF_{COMBINE}$ untuk P06 (*katarak senilis hiper matur*) sebesar 0,61. Hasil perhitungan $CF_{COMBINE}$ dari kemungkinan penyakit yang diderita (P01, P02, P03, P04, P05, P06) dapat dilihat pada Tabel 12. Dari Tabel 12 dapat dilihat bahwa nilai $CF_{COMBINE}$ tertinggi terdapat pada diagnosis penyakit katarak insipiens dengan nilai 0,91. Nilai $CF_{COMBINE}=0,91$ sudah diatas nilai ambang yang ditetapkan (0,85) sehingga solusi dapat diberikan ke pasien. Dari empat gejala yang dimasukkan pasien ke dalam system, metode CF dapat digunakan dalam penanganan ketidakpastian gejala dan aturan dengan memberikan daftar penyakit yang mungkin terjadi akibat adanya keempat gejala tersebut.

Tabel 12. Klasifikasi $CF_{COMBINE}$

No	Nama Penyakit	$CF_{COMBINE}$
1	Katarak Kongenital	0,69
2	Katarak Juvenil	0,8
3	Katarak Insipien	0,91
4	Katarak Senilis Imatur	0,6
5	Katarak Senilis Matur	0,48
6	Katarak Senilis Hiper matur	0,61

4. Pembahasan

Data diuji menggunakan 72 kasus yang terdiagnosis penyakit mata katarak dari RSUD Prof. DR. W.Z. Johannes Kupang untuk rentang tahun 2019 hingga pertengahan tahun 2023. Proses pengukuran performa sistem dilakukan dengan membandingkan hasil inferensi sistem pakar yang dikembangkan dengan diagnosis yang dilakukan oleh pakar dari data rekam medis yang digunakan. Dari 72 data hasil rekam medis yang digunakan terdapat 6 data uji yang memiliki nilai $CF_{COMBINE}$ di bawah ambang namun dengan solusi yang sama dengan diagnosis pakar. Sebaran Solusi dari keenam data uji tersebut adalah kataran insipient sebanyak 3 data, katarak juvenil 1 data, kataran senilis matur 1 data dan katarak traumatik 1 data.

Nilai $CF_{COMBINE}$ terendah pada solusi katarak traumatik sebesar 0,75 diikuti oleh kataran insipien dengan $CF_{COMBINE}=0,64$, katarak senilis matur dengan $CF_{COMBINE}=0,72$ dan katarak juvenil dengan $CF_{COMBINE}=0,82$. Tabel 12 menunjukkan keenam data uji yang di bawah nilai ambang.

Tabel 13. Data Uji yang Dibawah Nilai Ambang

Data ke-	Gejala	CF(E,e)	Hasil Diagnosa Sistem (CFCOMBINE)	Hasil Diagnosa Pakar	Status
9	Penglihatan menjadi kabur (tidak dapat melihat dengan baik)	0,8	Katarak Insipien (0,64)	Katarak Insipien	Sesuai (dibawah threshold)
	Penglihatan muda memudar atau tidak jelas	0,8			
13	Penglihatan menjadi kabur (tidak dapat melihat dengan baik)	0,8	Katarak Juvenil (0,82)	Katarak Juvenil	Sesuai (dibawah threshold)
	Pandangan mata seperti tertutupi asap	0,4			
40	Tidak bisa melihat dengan jelas	0,6	Katarak Insipien (0,64)	Katarak Insipien	Sesuai (dibawah threshold)
	Penglihatan menjadi kabur (tidak dapat melihat dengan baik)	0,8			
44	Penglihatan mata memudar atau tidak jelas	0,8	Katarak Senilis Matur (0,72)	Katarak Senilis Matur	Sesuai (dibawah threshold)
	Hanya bisa melihat normal pada cahaya cukup	0,4			
45	Riwayat penyakit sistemik	0,8	Katarak traumatik (0,57)	Katarak Traumatik	Sesuai (dibawah threshold)
	Nyeri pada mata	1			
50	Riwayat trauma	1	Katarak Insipien (0,64)	Katarak Insipien	Sesuai (dibawah threshold)
	Riwayat penyakit sistemik	0,6			
	Penglihatan menjadi kabur (tidak dapat melihat dengan baik)	0,6			
	Penglihatan warna memudar atau tidak jelas	1			

Hal ini disebabkan karena pemberian nilai tingkat keyakinan yang diperoleh dari pakar kurang sesuai dengan gejala dari tiap penyakit dan pakar hanya melihat gejala yang paling dominan untuk langsung menyimpulkan suatu penyakit tanpa memeriksa keseluruhan gejala yang terdapat pada suatu penyakit. Hasil pengujian sistem yang sesuai dengan hasil diagnosis pakar dan berada diatas nilai threshold : $\frac{66}{72} \times 100 = 91,66\%$. Hasil pengujian sistem yang berada dibawah nilai threshold : $\frac{6}{72} \times 100 = 8,33\%$. Jika data uji dengan $CF_{COMBINE}$ di bawah nilai ambang 0,85 dianggap kegagalan system dalam memberikan Solusi kepada pasien maka akurasi system ini sebesar 91,66%. Namun jika dilihat dari kemampuan system melakukan diagnosis berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pasien maka sistem ini memiliki akurasi 100% karena semua data berhasil diklaifikasikan secara benar oleh sistem.

5. Simpulan

Pengujian sistem yang membandingkan hasil diagnosis pakar dan diagnosis sistem dimana ada 6 kondisi yang diperoleh pada penelitian ini yaitu kondisi sesuai (dibawah ambang) antara hasil diagnosis pakar dan diagnosis sistem hal ini dikarenakan masih terdapat gejala yang sama di beberapa penyakit dan pengaruh nilai CF pada masing-masing gejala. Penambahan jumlah varian jenis gejala dan penyakit pada mata katarak serta tingkat keyakinan yang diberikan pada tiap gejala terhadap suatu penyakit tertentu harus melihat keseluruhan gejala yang mendukung penyakit tersebut. Perlu dipertimbangkan juga pemberian bobot tingkat kepastian aturan oleh lebih dari satu pakar mengingat bobot ini sangat subyektif

Pustaka

- [1] N. D. Q. Ayuni and M. K. SKM, *Buku Ajar Asuhan Keperawatan Keluarga pada Pasien Post Operasi Katarak*. Pustaka Galeri Mandiri, 2020.
- [2] O. GmbH, "10 jenis-jenis katarak dan bahayanya," accessed: Mar. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.klinikmatanusantara.com/id/ketahui-lebih-lanjut/info-kesehatan-mata-dari-kmn-eyecare/artikel/10-jenis-jenis-katarak-dan-bahayanya/>.
- [3] P. Masliana, Y. Siagian, and S. R. M. Azmi, "Penerapan metode certainty factor pada sistem pakar diagnosa penyakit mata," *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 4, no. 2, Sep. 2022.

- [4] A. Prasetya and T. Ardiansah, "Sistem pakar diagnosa penyakit mata menggunakan metode certainty factor," *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 5, no. 2, Jan. 2024.
- [5] T. Hermawan and A. Eviyanti, "Making an expert system in diagnosing eye disease using the forward chaining method [pembuatan sistem pakar dalam mendiagnosis penyakit mata dengan menggunakan metode forward chaining]," *Indonesian Journal of Applied Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 25–40, Jan. 2024.
- [6] M. Safaat, A. Sahari, and D. Lusiyantri, "Implementasi metode k-nearest neighbor untuk mengklasifikasi jenis penyakit katarak," vol. 17, no. 1, Jun. 2020.
- [7] D. Y. Prasetyo, B. Rianto, M. S. Rais, and N. Suwanti, "Diagnosa dini penyakit mata menerapkan metode case based reasoning (cbr) | prasetyo | jurnal media informatika budidarma," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 5, no. 2, pp. 360–369, 2021.
- [8] R. Permana, R. Sovia, and H. P. Putra, "Sistem pakar certainty factor dalam mendiagnosis indikasi penyakit katarak pada anak," *Sebatik*, vol. 24, no. 1, 2020.
- [9] A. A. Mortara and A. Desiani, "Sistem pakar diagnosa penyakit katarak dengan metode certainty factor," *j. amp.: j. ilm. bid. tek. elect. and comp.*, vol. 13, no. 1, May 2023.
- [10] T. B. Markus, M. N. Ikhsanto, and A. Perdana, "Analisis perbandingan metode certainty factor dan demster shafer pada diagnosa penyakit mata," *Journal Computer Science and Information Systems: J-Cosys*, vol. 3, no. 2, Jul. 2023.
- [11] A. F. Adam, I. Fitri, and N. D. Natashia, "Analisis perbandingan tiga metode untuk mendiagnosa penyakit mata pada manusia | jatisi (jurnal teknik informatika dan sistem informasi)," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 8, no. 4, pp. 1654–1663, Dec. 2021.
- [12] H. T. Sihotang, "Sistem pakar mendiagnosa penyakit kolesterol pada remaja dengan metode certainty factor (cf) berbasis web," *Jurnal Mantik Penusa*, vol. 15, no. 1, 2014.
- [13] J. C. Giarratano and G. Riley, *Expert systems: principles and programming*. Brooks/Cole Publishing Co., 1989, accessed: Mar. 09, 2024. [Online]. Available: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/583478>.
- [14] F. Aldy, "Katarak kongenital," Oct. 2011, accessed: Oct. 20, 2023. [Online]. Available: <https://dupakdosen.usu.ac.id/handle/123456789/29853>.
- [15] D. Mutiarasari and F. Handayani, "Katarak juvenil," *INSPIRASI*, vol. 1, no. 14, Jul. 2011, accessed: Oct. 20, 2023. [Online]. Available: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/INSP/article/view/2804>.
- [16] D. Wahyudi, R. Rinayati, and A. D. Erawati, "Hubungan pekerjaan tempat tinggal dengan tingkat kematangan katarak," in *Prosiding Seminar Sains Nasional dan Teknologi*, 2013, accessed: Oct. 20, 2023. [Online]. Available: https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/PROSIDING_SNST_FT/article/download/705/818.
- [17] O. Amindyta, "Katarak senilis imatur pada wanita umur 84 tahun," *Jurnal Medula*, vol. 1, no. 05, Oct. 2013.
- [18] "Laporan kasus: Katarak senilis matur | ganesha medicina," accessed: Oct. 20, 2023. [Online]. Available: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/GM/article/view/52203>.
- [19] F. L. Gracella, I. W. E. Sutyawan, and A. Triningrat, "Karakteristik penderita katarak senilis di rumah sakit umum pusat sanglah tahun 2014," *E-Jurnal Med*, vol. 6, no. 12, pp. 151–156, 2017.
- [20] R. R. Lubis, "Katarak traumatika," Oct. 2015, accessed: Oct. 20, 2023. [Online]. Available: <https://dupakdosen.usu.ac.id/handle/123456789/50952>.