

Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Mata Menggunakan Metode Dempster-Shafer

Della Jannata Febiana ¹⁾, Vit Zuraida ²⁾, Bagus Satya Dian Nugraha ³⁾

Politeknik Negeri Malang^{1) 2) 3)}
dellajannata2112@gmail.com¹⁾, vit.zuraida@polinema.ac.id²⁾, bagasnugraha@polinema.ac.id³⁾

Abstrak

Salah satu panca indra yang sangat penting bagi kehidupan manusia adalah mata. Gangguan yang terjadi pada mata dapat berdampak serius terhadap kualitas hidup seseorang. Beberapa gangguan atau penyakit mata yaitu katarak, glaukoma, dan retina disease. Indonesia menempati urutan ketiga di dunia jumlah penderita kebutaan terbanyak. Selain itu, banyak orang sering kali meremehkan gejala-gejala awal penyakit mata dan tidak melakukan pemeriksaan sejak dini. Hal ini dapat berakibat fatal seperti kebutaan. 51% kasus kebutaan di seluruh dunia disebabkan oleh katarak. Tak hanya itu, pelayanan kesehatan di Indonesia merupakan hal yang masih perlu ditingkatkan. Umumnya rumah sakit di Indonesia tidak menyediakan tenaga ahli kesehatan yang cukup dibandingkan dengan jumlah penduduk yang tinggi sehingga terdapat antrian panjang.

Penelitian ini mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit mata menggunakan metode Dempster-Shafer. Metode ini menghitung kemungkinan dari suatu penyakit berdasarkan nilai belief dan plausibility dari setiap gejala dengan validasi oleh dokter spesialis mata. Penelitian ini dilakukan terhadap 20 studi kasus dengan 16 jenis penyakit dan 43 gejala. Hasil menunjukkan bahwa sistem pakar diagnosis penyakit mata dengan metode Dempster-Shafer memiliki nilai akurasi sebesar 90%.

Kata kunci: Sistem Pakar, Dempster-Shafer, Penyakit Mata

Abstract

[Expert System for Eye Disease Diagnosis Using the Dempster-Shafer Method] One of the senses that is crucial for human life is vision. Disorders affecting the eyes can have serious impacts on a person's quality of life. Some eye disorders or diseases include cataracts, glaucoma, and retinal disease. Indonesia ranks third in the world for the highest number of people with blindness. In addition, many people often underestimate the early symptoms of eye diseases and do not undergo early examination. This can result in severe consequences, such as blindness. Cataracts cause 51% of blindness cases worldwide. Generally, hospitals in Indonesia do not provide enough health experts compared to the high population, so there are long queues. This research develops an expert system for diagnosing eye diseases using the Dempster-Shafer method. This method calculates the probability of a disease based on the belief and plausibility values of each symptom, with validation by ophthalmologists. The study was conducted on 20 case studies with 16 types of diseases and 43 symptoms. The results show that the expert system for diagnosing eye diseases using the Dempster-Shafer method has an accuracy rate of 90%.

Keywords: Expert Systems, Dempster-Shafer, Eye Diseases

1. PENDAHULUAN

Salah satu panca indra yang sangat penting bagi kehidupan manusia adalah mata. Gangguan yang terjadi pada mata dapat berdampak serius terhadap kualitas hidup seseorang. Kondisi ini dapat mempengaruhi aktivitas sehari-hari dan apabila tidak segera diatasi akan berakibat fatal. Adapun beberapa gangguan atau penyakit mata yaitu katarak, glaukoma, dan retina disease. Penyakit-penyakit ini adalah penyebab paling utama terjadinya kebutaan [1]. Terdapat sekitar 20 juta jiwa menderita penyakit katarak dengan persentase sebesar 51%. Indonesia

menempati urutan ketiga di dunia penderita kebutaan yang disebabkan oleh adanya penyakit katarak [2].

Banyak orang sering kali meremehkan gejala-gejala awal penyakit mata dan tidak melakukan pemeriksaan sejak dini. Hal ini dapat berakibat fatal. Penting untuk memiliki pengetahuan tentang perawatan mata sebelum berkonsultasi dengan dokter secara langsung. Pengetahuan yang dimiliki tidak hanya membuat pasien lebih fokus pada kondisi mata mereka sendiri, tetapi juga dapat mengurangi kecemasan yang berlebihan terhadap kondisi dirinya [3].

Pelayanan kesehatan di Indonesia merupakan hal yang masih perlu ditingkatkan. Umumnya rumah

sakit di Indonesia tidak menyediakan tenaga ahli kesehatan yang cukup dibandingkan dengan jumlah penduduk yang tinggi sehingga terdapat antrian panjang [4]. Begitupun dengan sesi konsultasi bersama dokter yang jadwalnya tidak menentu menyebabkan keluhan dari pihak pasien. Tidak hanya itu, jadwal dokter yang padat bisa mengakibatkan konsultasi yang kurang maksimal. Dengan berkembangnya teknologi saat ini, dunia kedokteran telah memanfaatkan teknologi untuk membantu mengatasi kendala tersebut. Oleh karena itu, hadirnya sistem pakar diharapkan dapat membantu menghasilkan diagnosis sementara penyakit mata. Sistem pakar merupakan sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta, dan teknik penalaran untuk memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat diselesaikan oleh seorang pakar dalam bidang yang lebih spesifik [5]. Pakar yang dimaksud adalah seseorang yang memiliki kemampuan khusus dalam bidang tertentu untuk menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh orang awam.

Trisna, Afdal, dan Trinanda telah melakukan penelitian dengan judul “Sistem Pakar Mendiagnosis Radang Usus Pada Pencernaan Manusia Dengan Metode Dempster Shafer” [6]. Penelitian yang dilakukan berfokus untuk mendiagnosis penyakit radang usus dengan menggunakan metode Dempster-Shafer. Berdasarkan pengujian yang dilakukan untuk dua gejala yang dipilih dalam metode ini, inisialisasi gejala dilakukan dengan memasukkan nilai belief pada setiap gejala. Setelah itu menghitung nilai keyakinan kombinasi untuk mendapatkan hasil diagnosis. Nilai keyakinan paling kuat terhadap penyakit radang usus inguinal direct adalah 85 % .

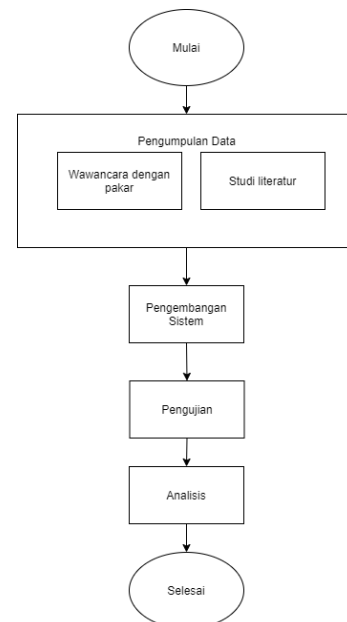
Dalam penelitian yang berjudul “The Use Of The Dempster Shafer Method For Diagnosis Of Vulvovaginitis” dilakukan oleh Indriani dan Prijuna [7], penelitian ini berfokus pada organ intim wanita yaitu penyakit vulvovaginitis. Hasil dari pengujian sistem pakar untuk diagnosis penyakit vulvovaginitis dengan metode Dempster-Shafer menunjukkan nilai kepastian sebesar 84%.

Metode Dempster-Shafer digunakan untuk menghitung kemungkinan dari suatu penyakit berdasarkan nilai belief dan plausibility dari setiap gejala [8]. Metode ini dipilih karena memiliki tingkat kepastian yang tinggi untuk mendiagnosis suatu penyakit. Metode ini memiliki beberapa karakteristik yang intuitif sesuai dengan pola pikir seorang pakar, namun tetap berlandaskan pada dasar matematika yang kuat [9].

Penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem pakar diagnosis penyakit mata menggunakan metode Dempster-Shafer. Sistem pakar tersebut diharapkan dapat membantu mendiagnosis sementara penyakit mata sebelum melakukan pemeriksaan lebih lanjut.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini akan disusun melalui serangkaian tahapan yang membentuk alur yang terstruktur. Tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1.1 Pengumpulan Data

Adapun beberapa tahapan yang dilakukan untuk mengelola data sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan dari berbagai sumber seperti buku, jurnal ilmiah, makalah, dan artikel lainnya. Hasil dari studi literatur berupa jenis penyakit mata beserta gejala dan penjelasan tentang metode Dempster-Shafer termasuk tahapan, teknik pembobotan, dan performa.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan terhadap pakar dengan tujuan melakukan validasi data penyakit mata dan gejala yang diperoleh pada studi literatur. Pakar dalam penelitian ini adalah dr. Nuke Erlina Mayasari, SpM. Di samping itu, pakar memberikan nilai bobot untuk setiap gejala yang ada.

Data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Data Penyakit

Tabel 1 memberikan informasi tentang jenis penyakit yang dapat menyerang mata.

Tabel 1. Data Penyakit

Kode Penyakit	Nama Penyakit
P1	Ablasio retina
P2	Glaukoma akut
P3	Glaukoma kronik
P4	Katarak
P5	Konjungtivitis
P6	Keratitis
P7	Miopia
P8	Hipermetropia
P9	Astigmatisme
P10	Presbiopi

Kode Penyakit	Nama Penyakit
P11	Trakoma
P12	Ulkus Kornea
P13	Degenerasi Makula
P14	Endoftalmitis
P15	Sindroma mata kering
P16	Diabetik Retinopati

2. Data Gejala

Tabel 2 memberikan informasi tentang 43 jenis gejala yang dialami oleh penyakit mata tertentu.

Tabel 2. Data Gejala

Kode Gejala	Nama Gejala
G1	Terlihat benda melayang-layang
G2	Kilatan cahaya
G3	Penurunan tajam penglihatan mendadak
G4	Ada semacam tirai tipis yang menutupi lapang pandang penglihatan
G5	Ada riwayat angkat berat
G6	Memiliki nilai refraksi minus tinggi
G7	Kelopak mata bengkak
G8	Bila memandang lampu maka akan timbul warna pelangi
G9	Bila memandang lampu maka akan tampak halo
G10	Nyeri mata hebat
G11	Mata merah
G12	Berair
G13	Penurunan tajam penglihatan perlahan
G14	Nyeri hilang timbul (kemeng)
G15	Riwayat keluarga dengan penyakit glaukoma
G16	Riwayat penyakit diabetes mellitus atau kencing manis
G17	Penurunan tajam penglihatan
G18	Silau
G19	Ukuran kacamata berubah ubah
G20	Mengeluarkan sekret / kotoran mata
G21	Gatal
G22	Riwayat lingkungan terdekat yang menderita penyakit serupa
G23	Terasa seperti mengganjal
G24	Tidak dapat melihat obyek dari jarak jauh
G25	Riwayat keluarga memakai kacamata minus
G26	Riwayat keluarga memakai kacamata plus
G27	Riwayat keluarga memakai kacamata silinder
G28	Tidak fokus
G29	Sulit membaca dengan jarak yang dekat (30-40cm)
G30	Usia lebih dari 40 tahun ke atas
G31	Nyeri
G32	Peka terhadap cahaya
G33	Terdapat bintik nanah berwarna kuning keputihan pada bagian kornea
G34	Riwayat terkena benda asing (organik)
G35	Pada usia lanjut
G36	Merokok
G37	Bernanah
G38	Tertusuk sesuatu seperti lidi yang membuat mata kelilipan
G39	Riwayat pasca operasi intraokuler
G40	Terasa mengganjal seperti berpasir/ngeres
G41	Panas
G42	Tidak disertai nyeri
G43	Tidak disertai merah

3. Basis Pengetahuan

Tabel 3 memberikan informasi yang tentang jenis gejala, jenis penyakit, dan nilai *belief* yang telah diberikan oleh pakar. Dimana nilai *belief* yaitu (0-0.9) [10]. Jika bernilai 0 (nol) maka tidak ada kepercayaan,

dan jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepercayaan yang tinggi.

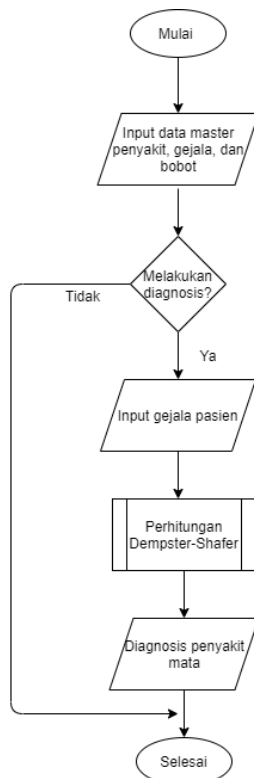
Tabel 3. Basis Pengetahuan

Kode Gejala	Kode Penyakit	Nama Penyakit	<i>Belief</i>	Rata-rata
G1	P1	Ablasio retina	0.8	0.8
G2	P1	Ablasio retina	0.6	0.6
G3	P1	Ablasio retina	0.9	0.9
	P2	Glaukoma akut	0.9	
G4	P1	Ablasio retina	0.8	0.8
G5	P1	Ablasio retina	0.6	0.6
G6	P1	Ablasio retina	0.8	0.8
	P2	Glaukoma akut	0.8	
	P5	Konjungtivitis	0.8	
G7	P11	Trakoma	0.8	0.825/0.83
	P12	Ulkus Kornea	0.9	
G8	P2	Glaukoma akut	0.8	0.7
	P3	Glaukoma kronik	0.6	
G9	P2	Glaukoma akut	0.6	0.6
	P3	Glaukoma kronik	0.6	
G10	P2	Glaukoma akut	0.9	0.9
	P2	Glaukoma akut	0.9	
	P5	Konjungtivitis	0.9	
G11	P6	Keratitis	0.8	0.88
	P11	Trakoma	0.9	
	P12	Ulkus Kornea	0.9	
	P14	Endoftalmitis	0.9	
G12	P2	Glaukoma akut	0.9	0.9
	P5	Konjungtivitis	0.9	
	P12	Ulkus Kornea	0.9	
G13	P15	Sindroma mata kering	0.9	0.9
	P3	Glaukoma kronik	0.9	
	P4	Katarak	0.9	
	P13	Degenerasi Makula	0.9	
G14	P16	Diabetik Retinopati	0.9	0.9
	P3	Glaukoma kronik	0.8	
G15	P3	Glaukoma kronik	0.9	0.9
	P3	Glaukoma kronik	0.8	
G16	P4	Katarak	0.5	0.75
	P14	Endoftalmitis	0.8	
	P16	Diabetik Retinopati	0.9	
G17	P6	Keratitis	0.8	0.87
	P12	Ulkus Kornea	0.9	
G18	P14	Endoftalmitis	0.9	0.9
	P4	Katarak	0.9	
G19	P6	Keratitis	0.9	0.8
	P4	Katarak	0.8	
G20	P5	Konjungtivitis	0.9	0.9
	P11	Trakoma	0.9	
	P14	Endoftalmitis	0.9	
G21	P15	Sindroma mata kering	0.9	0.85
	P5	Konjungtivitis	0.8	
G22	P11	Trakoma	0.9	0.8
	P5	Konjungtivitis	0.8	
G23	P6	Keratitis	0.9	0.9
	P7	Miopia	0.9	
G24	P9	Astigmatisme	0.6	0.7
	P8	Hipermetropia	0.6	
G25	P7	Miopia	0.8	0.8

Kode Gejala	Kode Penyakit	Nama Penyakit	Belief	Rata-rata
G26	P8	Hipermetropia	0.4	0.4
G27	P9	Astigmatisme	0.4	0.4
G28	P9	Astigmatisme	0.6	0.6
G29	P10	Presbiopi	0.9	0.9
G30	P10	Presbiopi	0.9	0.9
G31	P12	Ulkus Kornea	0.9	0.9
G31	P14	Endoftalmitis	0.9	0.9
G32	P12	Ulkus Kornea	0.9	0.9
G33	P12	Ulkus Kornea	0.9	0.9
G34	P12	Ulkus Kornea	0.9	0.9
G35	P13	Degenerasi Makula	0.9	0.9
G36	P13	Degenerasi Makula	0.8	0.8
G37	P14	Endoftalmitis	0.9	0.9
G38	P14	Endoftalmitis	0.6	0.6
G39	P14	Endoftalmitis	0.9	0.9
G40	P15	Sindroma mata kering	0.9	0.9
G41	P15	Sindroma mata kering	0.9	0.9
G42	P16	Diabetik Retinopati	0.9	0.9
G43	P16	Diabetik Retinopati	0.9	0.9

2.2 Desain Sistem

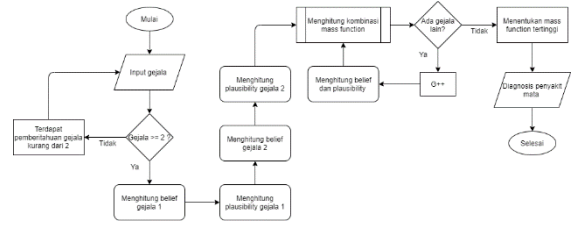
Berdasarkan penelitian ini berkaitan dengan alur sistem yang dibuat akan dijelaskan pada flowchart Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Sistem

Gambar 2 menunjukkan alur sistem yaitu admin memasukkan data master penyakit mata, gejala, dan bobot. Kemudian untuk melakukan diagnosis, maka perlu mengisi gejala-gejala yang dialami oleh pasien.

Selanjutnya akan ditentukan diagnosis penyakit mata menggunakan metode Dempster-Shafer. Diagram alir algoritma Dempster-Shafer dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Algoritma Dempster-Shafer

Alur dari metode Dempster-Shafer di awali dengan memasukkan gejala yang dialami oleh pasien. Jika gejala lebih dari atau sama dengan dua maka akan menghitung nilai *belief* yang telah diberikan oleh pakar dan menghitung nilai *plausibility*. Kemudian menghitung kombinasi *mass function* untuk gejala satu dan dua, hingga tidak ada gejala lain. Setelah itu, menentukan *mass function* dengan hasil tertinggi untuk menemukan diagnosis sementara penyakit mata.

Misalkan pada studi kasus terdapat pasien mengalami gejala berikut.

- G8 (Bila memandang lampu maka akan timbul warna pelangi)
- G9 (Bila memandang lampu maka akan tampak halo)
- G10 (Nyeri mata hebat)
- G11 (Mata merah)
- G36 (Merokok)
- G8 (Bila memandang lampu maka akan timbul warna pelangi)

Berikut tahapan menyelesaikan dengan menggunakan metode Dempster-Shafer [11].

Belief dapat dirumuskan dengan persamaan 1 :

$$Bel(X) = \sum_{Y \subseteq X} m(Y) \tag{1}$$

Plausibility dapat dirumuskan dengan persamaan 2 :

$$Pls(X) = 1 - Bel(X') = 1 - \sum_{Y \subseteq X'} m(Y) \tag{2}$$

Keterangan :

- Bel(X)* = Nilai kepercayaan yang dimiliki oleh gejala penyakit X
- Pls(X)* = Nilai ketidakpercayaan yang dimiliki oleh gejala penyakit X

Sistem pakar memungkinkan pengguna memiliki lebih dari satu gejala yang dialami, sehingga diperlukan perhitungan kombinasi dari beberapa gejala yang disebut *Dempster's Rule of Combination*, sesuai dengan persamaan 3.

$$m3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m1(X)m2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m1(X)m2(Y)} \tag{3}$$

Keterangan :

- m* = *Mass function* yaitu tingkat kepercayaan dari suatu gejala

- $m1(X)$ = Mass function untuk gejala X
- $m2(Y)$ = Mass function untuk gejala Y
- $m3(Z)$ = Mass function untuk gejala Z
- θ = Sekumpulan dari semua jenis penyakit

Penyelesaian :

G8 = Bila memandang lampu maka akan timbul warna pelangi.

Apabila diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi ‘Bila memandang lampu maka akan timbul warna pelangi’ sebagai gejala dari penyakit Glaukoma akut (P2) dan Glaukoma Kronik (P3), maka:

Belief : $m1(P2, P3) = 0,7$
 Plausibility : $m1(\theta) = 1 - 0,8 = 0,3$

G9 : Bila memandang lampu maka akan tampak halo.

Apabila diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi ‘Bila memandang lampu maka akan tampak halo’, sebagai gejala dari penyakit Glaukoma akut (P2) dan Glaukoma Kronik (P3), maka:

Belief : $m2(P2, P3) = 0,6$
 Plausibility : $m2(\theta) = 1 - 0,6 = 0,4$

Maka didapat aturan kombinasi $m1(P1)$ dengan $m2(P1)$:

Tabel 4. Kombinasi $m1$ dan $m2$

	$m2(P2, P3)$ 0,6	$m2(\theta)$ 0,4
$m1(P2, P3)$ 0,7	(P2, P3) 0,42	(P2, P3) 0,28
$m1(\theta)$ 0,3	(P2, P3) 0,18	(θ) 0,12

Sehingga dapat dihitung sebagai berikut:

$$m3(P2, P3) = \frac{0,42+0,28+0,18}{1-0} = 0,88$$

$$m3(\theta) = \frac{0,12}{1-0} = 0,12$$

G10 : Nyeri mata hebat.

Apabila diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi ‘Nyeri mata hebat’ sebagai gejala dari penyakit Glaukoma akut (P2), maka:

Belief : $m4(P2) = 0,9$
 Plausibility : $m4(\theta) = 1 - 0,9 = 0,1$

Maka didapat aturan kombinasi $m3(P2, P3)$ dengan $m4(P2, P12)$:

Tabel 5. Kombinasi $m3$ dan $m4$

	$M4(P2)$ 0,9	$M4(\theta)$ 0,1
$M3(P2, P3)$ 0,88	(P2) 0,792	(P2, P3) 0,088
$M3(\theta)$ 0,12	(P2) 0,108	(θ) 0,012

Sehingga dapat dihitung sebagai berikut:

$$m5(P2) = \frac{0,792+0,108}{1-0} = 0,9$$

$$m5(P2, P3) = \frac{0,088}{1-0} = 0,088$$

$$m5(\theta) = \frac{0,012}{1-0} = 0,012$$

G11 : Mata merah.

Apabila diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi ‘Mata merah’ sebagai gejala dari penyakit Glaukoma Akut (P2), Konjungtivitis (P5), Keratitis (P6), Trakoma (P11), Ulkus Kornea (P12), serta Endoftalmitis (P14), maka:

Belief : $m6(P2, P5, P6, P11, P12, P14) = 0,88$
 Plausibility : $m6(\theta) = 1 - 0,88 = 0,12$

Maka didapat aturan kombinasi $m5(P2)$ dengan $m6(P2, P5, P6, P11, P12, P14)$:

Tabel 6. Kombinasi $m5$ dan $m6$

	$M6(P2, P5, P6, P11, P12, P14)$ 0,88	$M6(\theta)$ 0,12
$M5(P2)$ 0,9	(P2) 0,792	(P2) 0,108
$M5(P2, P3)$ 0,088	(P2) 0,07744	(P2, P3) 0,01056
$M5(\theta)$ 0,012	(P2, P5, P6, P11, P12, P14) 0,01056	(θ) 0,00144

Sehingga dapat dihitung sebagai berikut:

$$m7(P2) = \frac{0,792 + 0,07744 + 0,108}{1 - 0} = 0,9744$$

$$m7(P2, P5, P6, P11, P12, P14) = \frac{0,01056}{1-0} = 0,01056$$

$$m7(P2, P3) = \frac{0,01056}{1-0} = 0,01056$$

$$m7(\theta) = \frac{0,00144}{1-0} = 0,00144$$

G36 : Merokok.

Apabila diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi ‘Merokok’ sebagai gejala dari penyakit Degenerasi Makula (P13), maka:

Belief : $m8(P13) = 0,8$
 Plausibility : $m8(\theta) = 1 - 0,8 = 0,2$

Maka didapat aturan kombinasi $m7(P2)$ dengan $m8(P13)$:

Tabel 7. Kombinasi $m7$ dan $m8$

	$M8(P13)$ 0,8	$M8(\theta)$ 0,2
$M7(P2)$ 0,9744	(#) 0,77952	(P2) 0,19488
$M7$ (P2, P5, P6, P11, P12, P14) 0,01056	(#) 0,008448	(P2, P5, P6, P11, P12, P14) 0,002112
$M7(P2, P3)$ 0,01056	(#) 0,008448	(P2, P3) 0,002112
$M7(\theta)$ 0,00144	(P13) 0,001152	(θ) 0,000288

Sehingga dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 m8(P2) &= \frac{0,19488}{1 - (0,77952 + 0,008448 + 0,008448)} \\
 &= 0,957246149 \\
 m8(P2, P5, P6, P11, P12, P14) &= 0,0103740962 \\
 m8(P2, P3) &= \frac{0,002112}{1 - (0,77952 + 0,008448 + 0,008448)} \\
 &= 0,0103740962 \\
 m8(P13) &= \frac{0,001152}{1 - (0,77952 + 0,008448 + 0,008448)} \\
 &= 0,0056585979 \\
 m8(\theta) &= \frac{0,000288}{1 - (0,77952 + 0,008448 + 0,008448)} \\
 &= 0,0014146495
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan terdapat kombinasi antara M8 diperoleh hasil densitas M8 dengan 6 jenis kumpulan hipotesis penyakit, yaitu M8 (P2), M8 (P2, P5, P6, P11, P12, P14), M8 (P2, P3), M8 (P13), serta M8 (θ). Berdasarkan dari hasil perhitungan tersebut didapatkan hasil perhitungan tertinggi adalah pada *mass function* M8 (P2) yaitu penyakit Glaukoma Akut dengan hasil akurasi sebesar 0,957246149 atau 96%.

2.3 Pengujian

Penelitian ini terdapat beberapa tahapan dalam melakukan pengujian sebagai berikut :

1. Pengujian Fungsional

Sistem diuji dengan menggunakan metode *black box*. Pengujian *black box* untuk memastikan apakah semua fitur yang telah dirancang dan dibuat dapat bekerja dengan baik dan sudah sesuai dengan yang diharapkan.

2. Pengujian akurasi metode Dempster-Shafer

Pengujian terhadap metode Dempster-Shafer untuk mengetahui akurasi dalam memberikan diagnosis penyakit mata yang tepat. Setelah dilakukan perhitungan dengan metode Dempster-Shafer. Hasil diagnosis akan dibandingkan terhadap diagnosis dari pakar [12]. Nilai akurasi diperoleh dengan persamaan 4:

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{\text{Jumlah diagnosis benar}}{\text{Total studi kasus}} \times 100\% \quad (4)$$

3. UAT (User Acceptance Testing)

Pengujian UAT dilakukan untuk mengetahui seberapa baik sistem memenuhi kebutuhan pengguna melalui pengisian kuesioner. Rumus menghitung skor pengujian UAT diperoleh dengan persamaan 5 [13] :

$$\text{Index}(\%) = \frac{A}{(B * N)} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan :

A = Jumlah skor dari responden

B = Maksimum skor

N = Jumlah responden

Perhitungan hasil dari pengujian dilakukan menggunakan skala likert dengan alternatif jawaban

yaitu STS=Sangat Tidak Setuju, TS=Tidak Setuju, N=Netral , S=Setuju, serta SS=Sangat Setuju [14] .

Tabel 8 Keterangan Jawaban Skala Likert

Skala	Keterangan	Bobot
STS	Sangat Tidak Setuju	1
TS	Tidak Setuju	2
N	Netral	3
S	Setuju	4
SS	Sangat Setuju	5

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Dempster-Shafer diuji terhadap 20 studi kasus dengan hasil yang ditunjukkan dengan tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengujian akurasi metode Dempster-Shafer

No.	Studi Kasus	Diagnosis Sistem	Diagnosis Pakar
1.	<ul style="list-style-type: none"> Terlihat benda melayang-layang Kilatan cahaya Riwayat keluarga dengan penyakit glaukoma 	Ablasio Retina	Ablasio Retina
2.	<ul style="list-style-type: none"> Tidak dapat melihat obyek dari jarak jauh Riwayat keluarga memakai kacamata minus Ukuran kacamata berubah - ubah 	Katarak	Miopia
3.	<ul style="list-style-type: none"> Bila memandang lampu maka akan timbul warna pelangi Bila memandang lampu maka akan tampak halo Nyeri mata hebat Mata merah 	Glaukoma Akut	Glaukoma akut
4.	<ul style="list-style-type: none"> Riwayat penyakit diabetes mellitus atau kencing manis Penurunan tajam penglihatan Silau Ukuran kacamata berubah ubah 	Diabetik Retinopati	Katarak
5.	<ul style="list-style-type: none"> Mata merah Mengeluarkan sekret / kotoran mata Gatal Riwayat lingkungan terdekat yang menderita penyakit serupa 	Konjungtivitis	Konjungtivitis
6.	<ul style="list-style-type: none"> Mata merah Silau Terasa seperti mengganjal 	Keratitis	Keratitis
7.	<ul style="list-style-type: none"> Tidak dapat melihat obyek dari jarak jauh Tidak fokus 	Astigmatisme	Astigmatisme
8.	<ul style="list-style-type: none"> Sulit membaca dengan jarak yang dekat (30-40cm) Usia lebih dari 40 tahun ke atas Pada usia lanjut 	Presbiopia	Presbiopia

No.	Studi Kasus	Diagnosis Sistem	Diagnosis Pakar
9.	<ul style="list-style-type: none"> Kelopak mata bengkak Mata merah Mengeluarkan sekret / kotoran mata 	Konjungtivitis, Trakoma	Konjungtivitis, Trakoma
10.	<ul style="list-style-type: none"> Mata merah Berair Nyeri Peka terhadap cahaya 	Ulkus Kornea	Ulkus Kornea
11.	<ul style="list-style-type: none"> Usia lebih dari 40 tahun ke atas Pada usia lanjut Merokok 	Degenerasi Makula	Degenerasi Makula
12.	<ul style="list-style-type: none"> Mata merah Penurunan tajam penglihatan Nyeri Bermanah 	Ulkus Kornea, Endoftalmitis	Ulkus Kornea, Endoftalmitis
13.	<ul style="list-style-type: none"> Mengeluarkan sekret / kotoran mata Terasa mengganjal seperti berpasir/ngeres Panas 	Sindroma mata kering	Sindroma mata kering
14.	<ul style="list-style-type: none"> Terlihat benda melayang-layang Kilatan cahaya Ada riwayat angkat berat Memiliki nilai refraksi minus tinggi 	Ablasio retina	Ablasio retina
15.	<ul style="list-style-type: none"> Kelopak mata bengkak Nyeri mata hebat Mata merah 	Glaukoma akut	Glaukoma akut
16.	<ul style="list-style-type: none"> Kilatan cahaya Bila memandang lampu maka akan tampak halo Silau Peka terhadap cahaya 	Keratitis, katarak	Keratitis, katarak
17.	<ul style="list-style-type: none"> Mata merah Berair Penurunan tajam penglihatan Mengeluarkan sekret / kotoran mata Gatal Terasa seperti mengganjal 	Keratitis	Keratitis
18.	<ul style="list-style-type: none"> Bila memandang lampu maka akan timbul warna pelangi Nyeri hilang timbul (kemeng) Riwayat keluarga dengan penyakit glaukoma 	Glaukoma kronik	Glaukoma kronik
19.	<ul style="list-style-type: none"> Penurunan tajam penglihatan perlahan Merokok Ukuran kacamata berubah ubah 	Katarak	Katarak
20.	<ul style="list-style-type: none"> Mata merah Peka terhadap cahaya Terdapat bintik nanah berwarna kuning keputihan pada bagian kornea Riwayat terkena benda asing (organik) 	Ulkus Kornea	Ulkus Kornea

Pakar pada penelitian ini adalah dokter spesialis mata. Pengujian ini diperoleh dengan membandingkan diagnosis yang dihasilkan oleh sistem dengan diagnosis oleh pakar. Dari 20 studi kasus, terdapat 18 kasus memberikan hasil yang sesuai antara diagnosis pakar dan sistem, sedangkan 2 kasus menunjukkan perbedaan hasil diagnosis. Berikut didapatkan persentase nilai akurasi:

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{18}{20} \times 100\% = 90\%$$

Ditarik kesimpulan bahwa metode Dempster-Shafer ini menghasilkan akurasi sebesar 90%.

Adapun daftar pertanyaan untuk pengujian UAT dijelaskan pada tabel 10 [15].

Tabel 10. Hasil Pengujian UAT

No.	Pertanyaan	Penilaian				
		STS (1)	TS (2)	N (3)	S (4)	SS (5)
Learnability						
1.	Apakah sistem mudah untuk dioperasikan?					√
2.	Apakah informasi pada sistem mudah untuk dipahami?					√
Efficiency						
1.	Apakah tulisan (huruf dan ukuran huruf) pada sistem mudah untuk dibaca?					√
2.	Apakah fitur (tombol) pada sistem memudahkan dalam mengoperasikannya?					√
Memorability						
1.	Apakah tampilan antarmuka sistem mudah untuk dikenali?					√
2.	Apakah tampilan antarmuka sistem ini menarik?					√
Errors						
1.	Apakah fitur (tombol) pada sistem bekerja dengan baik?					√
2.	Apakah sistem menampilkan halaman dengan cepat?					√
Satisfaction						
1.	Apakah sistem dapat memberikan diagnosis yang relevan dengan gejala yang dirasakan pasien?					√

Pada pengujian UAT untuk memastikan bahwa sistem memenuhi kebutuhan pengguna. Pengujian UAT ini terdiri dari daftar pertanyaan yang diberikan kepada pengguna untuk mendapat penilaian pada sistem yang telah dibuat. Berikut didapatkan tingkat kepuasan:

$$\text{Index}(\%) = \frac{42}{(45 * 1)} \times 100\% = 93,33\%$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan berikut:

1. Penelitian telah berhasil merancang sistem pakar diagnosis penyakit mata menggunakan metode Dempster-Shafer. Pengujian fungsional telah dilakukan untuk memastikan bahwa sistem pakar yang dikembangkan sudah sesuai dengan kebutuhan. Di samping itu UAT menghasilkan tingkat kepuasan sebesar 93,33%.

2. Penelitian ini dilakukan terhadap 20 studi kasus dengan 16 jenis penyakit dan 43 gejala. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pakar diagnosis penyakit mata dengan metode Dempster-Shafer menunjukkan hasil akurasi sebesar 90%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Nurona Cahya *et al.*, “SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN).” [Online]. Available: <http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>
- [2] H. M. Harun, Z. Abdullah, and U. Salmah, “Pengaruh Diabetes, Hipertensi, Merokok dengan Kejadian Katarak di Balai Kesehatan Mata Makassar,” *J. Kesehat. Vokasional*, vol. 5, no. 1, p. 45, Feb. 2020, doi: 10.22146/jkesvo.52528.
- [3] A. Amanaturohim, S. Wibisono, J. Trilomba Juang No, and J. Tengah, “Penentuan Parameter Terbobot Menggunakan Pairwise Comparison Untuk CBR Deteksi Dini Penyakit Mata,” 2021.
- [4] B. P. Putra, Y. Yunus, and Sumijan, “Sistem Pakar dalam Mendiagnosis Penyakit Mata dengan Menggunakan Metode Forward Chaining,” *J. Inf. dan Teknol.*, pp. 128–133, Sep. 2021, doi: 10.37034/jidt.v3i3.122.
- [5] N. J. Telaumbanua, Nofriadi, and A. Dermawan, “Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Penyakit Mata Menerapkan Metode Case Based Reasoning,” *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 570–580, Sep. 2022.
- [6] T. Lerisa Br Sembiring, A. Alhafiz, and T. Syahputra, “Sistem Pakar Mendiagnosa Radang Usus Pada Pencernaan Manusia Dengan Metode Dempster Shafer,” vol. 2, pp. 443–451, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsi>
- [7] S. Indriani and A. Prijuna Lubis, “THE USE OF THE DEMPSTER SHAFER METHOD FOR DIAGNOSIS OF VULVOVAGINITIS,” *J. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 3, pp. 511–518, 2022, doi: 10.20884/1.jutif.2022.3.3.192.
- [8] D. Nawang Wulan *et al.*, “HUBUNGAN ASUPAN GIZI ANAK TERHADAP STUNTING PADA BALITA 3-5 TAHUN.”
- [9] N. Sihombing and D. Putro Utomo, “Kombinasi Metode Dempster Shafer Dan Certainty Factor Untuk Mendiagnosa Penyakit Apendisitis,” *Nas. Teknol. Inf. dan Komputer*, vol. 5, no. 1, 2021, doi: 10.30865/komik.v5i1.3660.
- [10] P. S. Hasibuan and M. I. Batubara, “Penerapan Metode Dempster Shafer Dalam Mendiagnosa Penyakit Faringitis,” *J. MEDIA Inform. BUDIDARMA*, vol. 3, no. 1, p. 59, Mar. 2019, doi: 10.30865/mib.v3i1.1061.
- [11] I. Istiadi, Emma Budi Sulistiarini, Rudy Joegijantoro, and Affi Nizar Suksmawati, “Perbandingan Metode CBR dan Dempster-Shafer pada Sistem Pakar Terintegrasi Layanan Kesehatan,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 6, pp. 1143–1152, Dec. 2021, doi: 10.29207/resti.v5i6.3612.
- [12] Y. Fernando, R. Napianto, and R. I. Borman, “Implementasi Algoritma Dempster-Shafer Theory Pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Psikologis Gangguan Kontrol Impuls”.
- [13] S. Isnibaiti, I. Arwani, W. Hayuhardhika, and N. Putra, “Pengembangan Sistem Informasi Point of Sales (POS) berbasis Website untuk Manajemen Home Industry (Studi Kasus: Gelsey Real Surakarta),” 2022. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [14] M. A. Bastari, D. Darmansah, and D. P. Rakhmadani, “Sistem Informasi Jasa Cuci Interior Rumah dan Mobil Menggunakan Metode User Acceptance Test,” *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 9, no. 2, p. 305, Apr. 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i2.3926.
- [15] E. Widyawati, A. Fadli, and M. S. Aliim, “Purwarupa Sistem Pakar Dengan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor Untuk Mendeteksi Penyakit Kanker Payudara,” *J. Pendidik. dan Teknol. Indones.*, vol. 1, no. 6, pp. 247–259, Jul. 2021, doi: 10.52436/1.jpti.53.