

Pemodelan Uml Untuk Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Gangguan Penglihatan Katarak Menggunakan Metode Teorema Bayes

Rahmat Hidayat^{1*}, Finanta Okmayura², Dego Akbar Raimando³, Rizky Aditya⁴, Resi Fazri Alfala⁵

¹²³⁴⁵Program Studi Pendidikan Informatika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,

Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

Jl. Tuanku Tambusai Kota Pekanbaru

Provinsi Riau-28294

Email : 210601016@student.umri.ac.id

ABSTRACT

Katarak merupakan salah satu gangguan penglihatan yang signifikan dengan dampak global yang mencakup jutaan individu. Katarak umumnya terkait dengan faktor-faktor seperti penuaan, paparan sinar matahari, genetika, cedera mata, atau kondisi medis tertentu. Gangguan ini menyebabkan kekeruhan pada lensa mata, mengurangi kemampuan fokus cahaya, dan merugikan ketajaman penglihatan. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk membantu masyarakat awam memahami mengenai gangguan penglihatan (katarak) sehingga masyarakat bisa melakukan pencegahan awal. Penelitian ini membahas perihal pembuatan rancangan sistem ahli untuk mendiagnosis gangguan penglihatan mata katarak dengan pemodelan *Unified Modeling Language* (UML) metode Teorema Bayes. Dengan melakukan studi literatur dan wawancara bersama pakar Optometri didapatkan tiga jenis penyakit Katarak yaitu Katarak Sinilis, Katarak Traumatik, Katarak Kongenital dan memiliki lima belas gejala. Output dari penelitian ini adalah pembuatan model UML dengan perancangan sistem pakar yang digunakan untuk mendiagnosa penyakit katarak, termasuk memberikan nilai probabilitas terkait penyakit tersebut. Hasil diagnosa mencerminkan tingkat keyakinan sistem terhadap penyakit, serta menyertakan saran terkait pengobatan dan langkah-langkah pencegahan yang disarankan. Kesimpulan dapat ditarik bahwa pasien dinyatakan mengalami Katarak Sinilis dengan tingkat keyakinan yang mencapai 0.7296 atau setara dengan 72%. Dengan mesin interfensi yang digunakan dengan metode Forward Chaining.

Kata Kunci: Sistem Pakar; UML; Teorema Bayes; Katarak

ABSTRACT

Cataract is one of the significant visual impairments with a global impact that affects millions of individuals. Cataracts are generally associated with factors such as aging, exposure to sunlight, genetics, eye injuries, or specific medical conditions. This disorder causes cloudiness in the eye lens, reduces the ability to focus light, and impairs visual sharpness. Therefore, this research aims to assist the general public in understanding visual impairment (cataracts), enabling them to undertake early prevention. The study delves into the expert system design to diagnose cataracts using Unified Modeling Language (UML) and the Bayes' Theorem method. Through literature review and interviews with Optometry experts, three types of cataracts were identified: Senile Cataract, Traumatic Cataract, and Congenital Cataract, each with fifteen symptoms. The research output includes the creation of a UML model with an expert system design used to diagnose cataracts, providing associated probability values for the disease. The diagnostic results reflect the system's confidence level regarding the disease, accompanied by recommendations for treatment and suggested preventive measures.

Keywords: Expert Sysytem; UML; Bayes Theorem; Cataract

1. PENDAHULUAN

Katarak merupakan salah satu gangguan penglihatan utama yang mempengaruhi jutaan orang di seluruh dunia[1]. Meskipun penyebab pastinya masih dalam penelitian, namun kondisi ini umumnya terkait dengan penuaan, paparan sinar matahari, faktor genetik, cedera mata, atau kondisi medis tertentu[2]. Katarak menyebabkan lensa mata menjadi keruh, mengurangi kemampuan mata untuk memfokuskan cahaya dan menghasilkan penglihatan yang jernih. Dalam bidang oftalmologi, penting untuk memiliki pendekatan yang akurat dan efisien dalam diagnosis serta penanganan katarak[3]. Teorema Bayes, sebuah konsep dalam teori probabilitas[4], telah menjadi alat yang berharga dalam memahami dan mengelola berbagai kondisi medis, termasuk gangguan penglihatan seperti katarak. Teorema Bayes memungkinkan pembaruan atau revisi keyakinan berdasarkan bukti baru atau informasi yang terkumpul[5]. Dalam konteks katarak, penerapan Teorema Bayes dapat membantu dalam meningkatkan keakuratan diagnosis, mengevaluasi risiko, dan merencanakan strategi pengobatan yang lebih tepat[6]. Melalui integrasi antara data klinis, informasi sebelumnya, dan teknik analisis probabilitas, penerapan Teorema Bayes dalam studi mengenai katarak dapat memberikan pandangan yang lebih dalam tentang progresivitas kondisi ini, membantu dalam mengidentifikasi faktor risiko yang berkaitan, serta memungkinkan pengembangan model yang lebih canggih untuk penanganan yang lebih personal dan efektif. Jurnal ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana Teorema Bayes dapat diterapkan dalam konteks katarak, menyajikan studi kasus, analisis data, dan tinjauan terkait yang akan memberikan wawasan baru serta kontribusi signifikan dalam upaya meningkatkan diagnosis dini, manajemen, dan perawatan pasien dengan gangguan penglihatan ini.

Pemodelan UML juga telah diterapkan pada perancangan sistem informasi pelayanan administrasi publik[7]. Sistem ini dirancang atas dasar banyaknya permasalahan yang ada pada pelayanan administrasi publik di kantor desa atau nagari seperti sekretaris desa atau nagari tidak berada di tempat pada saat masyarakat membutuhkan surat keterangan tidak mampu untuk mengajukan beasiswa anaknya.[7]

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini membahas penyakit katarak sebagai fokus utama[3]. Katarak, kelainan mata yang dapat menyebabkan gangguan penglihatan, menjadi sorotan utama dalam penelitian ini. Penelitian ini mengawali prosesnya dengan menyelidiki literatur melalui wawancara langsung dengan pakar dan referensi dari jurnal-jurnal terkait. Fokusnya adalah

untuk memperoleh pemahaman mendalam yang mendukung landasan penelitian. Sehingga penelitian ini tentu saja bukanlah sebuah penelitian tanpa dasar, melainkan sebuah penelitian yang didukung oleh data-data dari penelitian lainnya. Penelitian mengenai “Permodelan UML Untuk Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Jaringan Gigi Menggunakan Teorema Bayes” oleh Finanta Okmayura[8]. Penelitian tersebut mengangkat perihal pembuatan rancangan sistem ahli untuk mendiagnosis karies gigi dengan menggunakan Unified Modeling Language (UML). Penelitian yang berjudul “Membangun Sistem Pakar Menggunakan Teorema Bayes Untuk Mendiagnosa Penyakit Paru-Paru”[5]. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun sebuah sistem berbasis pengetahuan kedokteran dalam mendiagnosa penyakit paru, dimana sistem ini dapat membantu para penderita untuk mendiagnosa penyakit yang menyerang paru- paru dan ditampilkan dalam bentuk website.

Sistem pakar biasanya dibangun dengan menggunakan logika inferensial untuk mengambil keputusan berdasarkan informasi yang ada [9]. Pada penelitian yang berjudul “Sistem Pakar Certainty Factor Dalam Mendiagnosis Indikasi Penyakit Katarak Pada Anak” oleh Randy Permana [3] . Tujuan penelitian oleh sistem pakar ini adalah pendeteksian secara dini terhadap penyakit katarak yang rentan menyerang bayi maupun anak di bawah umur.

Unified Modeling Language (UML) [9] menjadi alat penting dalam perancangan sistem, memberikan bahasa grafis untuk mendokumentasikan dan menspesifikasi sistem[8]. UML digunakan untuk memvisualisasikan, merancang, dan mendokumentasikan berbagai aspek sistem perangkat lunak[10].

Katarak, keelainan mata yang dapat meenyebabkan gangguan peenglihatan, meenjadi soeroetan utama dalam peeneelitian ini. Infoermasi yang meendalam teentang peenyebab, jeenis, dan dampak katarak disajikan untuk meembeerikan koenteeks yang reeleevan. Katarak meenyumbang leebih dari 50% kasus keebutaan di seeluruh dunia, dan peenanganan kasus ini meenjadi seemakin peenting deengan meeningkatnya usia harapan hidup.

3. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Metode Penelitian

A. Identifikasi Masalah

Kurangnya data yang lengkap atau terdokumentasi dengan baik terkait penyakit pada mata (katarak) [3] dapat menjadi masalah dalam mengembangkan sistem pakar yang akurat[11]. Metode penelitian merupakan tata cara bagaimana suatu penelitian akan dilaksanakan untuk menyelesaikan permasalahan termasuk metode analisis. Penulis melakukan identifikasi masalah dengan melakukan pengamatan secara langsung agar dapat mengetahui secara jelas permasalahan yang berkaitan dengan sistem yang akan dirancang[7].

B. Perumusan Masalah

Setelah tahap identifikasi masalah, maka dilakukan perumusan masalah. Setelah perumusan masalah, maka perlu dibuat suatu sistem. Sistem tersebut ditujukan untuk membantu masyarakat dalam mengidentifikasi penyakit pada mata (katarak) sehingga dapat dilakukan tindakan selanjutnya dengan berbagai macam solusi yang disarankan oleh sistem.

C. Pengumpulan Data

Proses penelitian ini dimulai dengan mengkaji literatur yang diperoleh melalui wawancara langsung dengan pakar serta referensi dari beberapa jurnal yang menunjukkan keberhasilan untuk mendukung penelitian ini. Selanjutnya, dilanjutkan dengan analisis sistem lama dan sistem baru, perancangan basis

pengetahuan, penerapan teorema Bayes, dan perancangan UML[9]. Kesimpulan dapat diperoleh setelah menyelesaikan semua langkah dalam penelitian ini.

Peneliti yang bernama Vitriani, Finanta Okmayura, Robby Satria membahas tentang perancangan sistem informasi pelayanan administrasi publik menggunakan Unified Modelling Language (UML), tahap ini penulis melakukan mengumpulkan data dengan metode wawancara (interview), studi pustaka dan pengamatan (observasi) langsung terkait dengan perancangan sistem informasi pelayanan administrasi publik[7]. Pengumpulan data merupakan proses perhitungan dan analisa berdasarkan data yang didapatkan.[12]

1. Wawancara Langsung

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan teknik wawancara (interview), dalam teknik ini peneliti mewawancarai langsung Bapak Teguh Dwi Cahyadi S.Pi S.Optometri yang merupakan seorang optometri sebagai spesialis mata atau perawat mata untuk memperoleh data mengenai gejala gangguan penglihatan mata.

2. Studi Literatur

Selain dengan teknik wawancara langsung, Penulis juga mengumpulkan beberapa penelitian yang relevan dari studi literatur dari jurnal. Riset terdahulu atau riset yang relevan sangat penting dalam suatu riset atau artikel ilmiah. Riset terdahulu atau riset yang relevan berfungsi untuk memperkuat teori dan fenomena hubungan atau pengaruh antar variable. Pada sebuah artikel yang berjudul faktor yang mempengaruhi kinerja pegawai (suatu kajian studi literatur manajemen sumber daya Manusia) ini mereview faktor yang mempengaruhi kinerja pegawai melalui lingkungan kerja, kepuasan kerja, dan komitmen organisasi, Suatu Studi Literatur.[13]

D. Analisa Sistem

1) Analisis Sistem Lama

Pada sistem lama yang telah dianalisis oleh peneliti diketahui bahwa sebelumnya belum ada sistem diagnosa gangguan penglihatan katarak menggunakan metode teorema bayes. Dengan adanya analisa sistem lama diperlukan untuk mengetahui prosedur-prosedur awal dalam kasus yang sedang diteliti, agar dapat dibuat sistem baru yang diharapkan dapat membantu dalam mengambil diagnosa gangguan penglihatan / kelainan yang disebut katarak.

2) Analisis Perancangan Sistem Baru

Sistem yang akan dibangun merupakan sistem/aplikasi diagnosa gangguan penglihatan/kelainan yang disebut katarak. Sistem ini akan menampilkan pertanyaan gejala penyakit, pengguna memilih jawaban ya atau tidak, jika memenuhi *rule* penyakit yang terdapat dalam sistem maka akan keluar diagnosis penyakit yang diderita pengguna. Aplikasi ini menggunakan implementasi dari metode *teorema bayes* untuk menentukan bobot penyakit yang diderita, dan mesin inferensi *forward chaining* sebagai alur pertanyaan yang muncul ketika pengguna menjalankan aplikasi[14]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Finanta Okmayura dengan judul *Design Of Expert System For Identify Of Anxiety Disorders Using Forward Chaining* yang bertujuan untuk mengatasi masalah ansietas maka dari itu diperlukan suatu sistem pakar yang dapat mengidentifikasi gangguan ansietas menggunakan algoritma *forward chaining* telah berhasil dilaksanakan[15].

E. Pemodelan Sistem

Peneliti menggunakan *Unified Modelling Language (UML)* dalam perancangan sistem, yang mencakup pembuatan *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Class Diagram*, DFD, dan ERD. [8]

Peneliti merancang diagram ini dengan menggunakan platform daring yang disebut Cacao dan aplikasi diagram I/O.

F. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dapat mencerminkan evaluasi menyeluruh terhadap keberhasilan atau kegagalan sistem yang telah diuji. Saran, di sisi lain, memberikan rekomendasi atau arahan untuk perbaikan atau peningkatan di masa depan. Ini dapat mencakup saran terkait fungsionalitas, efisiensi, keamanan, atau aspek lain yang ditemukan selama penyelidikan.

Metode yang digunakan harus disertai dengan referensi; modifikasi yang relevan harus dijelaskan. Prosedur dan teknik analisis data harus ditekankan dalam artikel tinjauan literatur. Tahapan dan analisis penelitian harus dijelaskan secara rinci.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Algoritma Teorema Bayes

1. Data Penyakit

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan melakukan wawancara secara langsung bersama pakar dalam bidangnya. Dari hasil wawancara tersebut didapatkan tiga jenis katarak dengan lima belas gejala penyakitnya. Adapun data penyakit yang diperoleh dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Data Penyakit

Nama Penyakit/Kelainan	Jenis	Gejala
Katarak	Sinilis	1.Penglihatan Kabur 2.Silau terhadap sinar UV 3.Mata berair ketika berkendara 4.Perubahan refraksi mata 5.Peningkatan sensitivitas cahaya 6.Perubahan persepsi warna
	Traumatik	7.Kecelakaan/Benturan 8.Perasaan seperti ada kabut 9.Tertusuk benda tajam 10.Penurunan penglihatan ketika malam hari 11.Penlihatan ganda 12.Virus ketika dari lahir
	Kongenital	13. Penglihatan tidak normal 14.Sering mengganti ukuran kacamata 15.Perbedaan bentuk dan ukuran pupil

2. Data Gejala

Berikut data gejala gangguan penglihatan katarak pada mata yang didapatkan dalam penyelesaian masalah yang terkait.

Tabel 2. Data Gejala

No	Kode gejala	Gejala
1	G01	Penglihatan Kabur
2	G02	Silau terhadap sinar UV
3	G03	Mata berair ketika berkendara
4	G04	Perubahan refraksi mata
5	G05	Peningkatan sensitivitas cahaya
6	G06	Perubahan persepsi warna
7	G07	Kecelakaan/Benturan
8	G08	Perasaan seperti ada kabut
9	G09	Tertusuk benda tajam

10	G010	Penurunan penglihatan ketika malam hari
11	G011	Penglihatan ganda
12	G012	Virus ketika dari lahir
13	G013	Penglihatan tidak normal
14	G014	Sering mengganti ukuran kacamata
15	G015	.Perbedaan bentuk dan ukuran pupil

Dari tabel diatas rule yang dapat dibentuk untuk mendiagnosis penyakit katarak mata pada penderita ialah :

Rule 1 : IF Penglihatan Kabur

AND Silau dengan sinar uv

AND Mata Berair Ketika Berkendara

AND Perubahan Refraksi Mata

AND Peningkatan Sensitivitas Cahaya

AND Perubahan Persepsi Warna

THEN Katarak Sinilis

Rule 2 : IF Kecelakaan/Benturan

AND Perasaan seperti ada kabut

AND Tertusuk benda tajam

AND Penurunan penglihatan ketika malam hari

AND Penglihatan ganda

THEN Katarak Traumatik

Rule 3 : IF Virus Dari Lahir

AND Penglihatan tidak normal

AND Sering mengganti ukuran kacamata

AND Perbedaan bentuk dan ukuran pupil

THEN Katarak Kongenital

Di bawah ini terdapat sebuah tabel yang memuat angka-angka gejala dan tanda-tanda penyakit katarak. Data ini diperoleh dari fakta-fakta yang dikumpulkan dari penderita yang telah mengikuti konsultasi medis. Data ini akan digunakan untuk menentukan probabilitas atau angka dari tanda-tanda sebagai bagian dari

proses perolehan angka keputusan bayes. Angka kemungkinan dari gejala penyakit katarak pada Gambar 2 dapat dilihat seperti berikut:

Nama Pasien	Nama Penyakit	kode	Gejala														
			G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11	G12	G13	G14	G15
Vira	Katarak Sinilis	P1	*	*	*	*	*										
Firman	Katarak Sinilis	P1		*	*	*		*									
Riyan	Katarak Sinilis	P1	*	*													
Wahyu	Katarak Sinilis	P1	*		*		*	*									
Raka	Katarak Sinilis	P1	*	*		*											
Dimas	Katarak Sinilis	P1	*	*	*												
Ayu	Katarak Traumatik	P2							*		*	*					
Rahma	Katarak Traumatik	P2							*	*	*	*					
Jordi	Katarak Traumatik	P2								*	*	*					
Mail	Katarak Traumatik	P2							*	*	*	*					
Ulin	Katarak Traumatik	P2							*	*	*	*					
Bima	Katarak Kongenital	P3											*	*	*		
Elza	Katarak Kongenital	P3											*	*	*	*	

Gambar 2. Data Riwayat Pasien

Nilai Probabilitas di dapat dari jumlah gejala sebagai total penyakit.

$$p(A|B) = \frac{G(PnA)}{G(P)} = \dots\dots\dots(1)$$

a. Katarak Sinilis

$$G01 = \frac{5}{6} = 0.83$$

$$G02 = \frac{5}{6} = 0.03$$

$$G03 = \frac{4}{6} = 0.66$$

$$G04 = \frac{3}{6} = 0.5$$

$$G05 = \frac{2}{6} = 0.33$$

$$G06 = \frac{2}{6} = 0.33$$

b. P2 Katarak Traumatik

$$G07 = \frac{4}{5} = 0.8$$

$$G08 = \frac{3}{5} = 0.6$$

$$G09 = \frac{3}{5} = 0.6$$

$$G10 = \frac{2}{5} = 0.4$$

$$G11 = \frac{4}{5} = 0.8$$

c. P3 Katarak Kongenital

$$G12 = \frac{2}{4} = 0.5$$

$$G13 = \frac{2}{4} = 0.5$$

$$G14 = \frac{1}{4} = 0.25$$

$$G15 = \frac{1}{4} = 0.25$$

Berikut adalah contoh kasus yang memperlihatkan gejala yang dialami oleh seseorang yang mengidap penyakit katarak pada mata penderita. Seorang penderita penyakit katarak mengalami berbagai tanda-tanda, dan kemudian segera mencari konsultasi dengan ahli pakar optometri. Dari 15 pilihan gejala yang disajikan kepada pasien, terlihat pada Tabel 3 berikut ini:.

Tabel 3. Data Konsultasi Pasien

NO	Kode Gejala	Gejala	Jawaban
1	G01	Penglihatan Kabur	Ya
2	G02	Silau Dengan Sinar UV	Tidak
3	G03	Mata Berair Ketika Berkendara	Ya
4	G04	Perubahan Refraksi Mata	Tidak
5	G05	Peningkatan Sensitivitas Cahaya	Tidak
6	G06	Perubahan Persepsi Warna	Ya
7	G07	Kecelakaan / Benturan	Tidak
8	G08	Perasaan Seperti Kabut	Tidak
9	G09	Tertusuk Benda Tajam	Ya
10	G10	Penurunan Penglihatan Ketika Malam Hari	Tidak
11	G11	Penglihatan Ganda	Ya
12	G12	Virus Ketika Dari Lahir	Tidak

13	G13	Penglihatan Tidak Normal	Ya
14	G14	Sering Mengganti Ukuran Kacamata	Ya
15	G15	Perbedaan Bentuk Dan Ukuran Pupil	Tidak

1. Setelah nilai probabilitas sudah didapat, maka selanjutnya akan dijumlahkan nilainya. Berdasarkan data sampel baru yang bersumber dari table gejala.

$$\sum_{Pn}^n G = 1 = G1 + \dots + Gn$$

a. P1 Katarak Sinilis

$$G01 = \frac{5}{6} = 0.83$$

$$G03 = \frac{4}{6} = 0.66$$

$$G06 = \frac{2}{6} = 0.33$$

$$\sum_{Gn}^n M = 3 = 0.83 + 0.66 + 0.33 = 1.79$$

b. P2 Katarak Traumatik

$$G09 = \frac{3}{5} = 0.6$$

$$G11 = \frac{4}{5} = 0.8$$

$$\sum_{Gn}^n M = 2 = 0.6 + 0.8 = 1.4$$

2. Mencari probabilitas hipotesa H tanpa memandang evidence dengan cara membagikan nilai probabilitas evidence awal dengan hasil penjumlahan probabilitas berdasarkan data sampel baru.

$$P(H_i) = \frac{P(E|H_i)}{\sum_{Pn}^n}$$

a. P1 Katarak Sinilis

$$G01 = \frac{5}{6} = 0.83 = \frac{0.83}{1.79} = 0.4636$$

$$G03 = \frac{4}{6} = 0.66 = \frac{0.66}{1.79} = 0.3687$$

$$G06 = \frac{2}{6} = 0.33 = \frac{0.33}{1.79} = 0.1675$$

b. P2 Katarak Traumatik

$$G09 = \frac{3}{5} = 0.6 = \frac{0.6}{1.4} = 0.4285$$

$$G11 = \frac{4}{5} = 0.8 = \frac{0.8}{1.4} = 0.5714$$

c. P3 Katarak Kongenital

$$G13 = \frac{2}{4} = 0.5 = \frac{0.5}{0.75} = 0.6666$$

$$G14 = \frac{1}{4} = 0.25 = \frac{0.25}{0.75} = 0.3333$$

3. Mencari probabilitas hipotesis memandang evidence dengan cara mengalihkan nilai probabilitas evidence awal dengan nilai probabilitas hipotesis tanpa memandang evidence dan menjumlahkan hasil perkalian bagi masing-masing.

$$\sum_k^n = n = P(G_i) * P(E|G_i) + \dots + P(G_i) * P(E|G_i)$$

a. P01 = Katarak Sinilis

$$\begin{aligned} \sum_k^n &= 3 = (0.83 * 0.4363) + (0.66 * 0.3687) + (0.3 * 0.1675) \\ &= (0.3847 + 0.2433 + 0.0502) \\ &= 0.6782 \end{aligned}$$

b. P02 = Katarak Traumatik

$$\begin{aligned} \sum_k^n &= 2 = (0.6 * 0.4285) + (0.8 * 0.5714) \\ &= (0.2571 + 0.4571) \\ &= 0.7142 \end{aligned}$$

c. P03 = Katarak Kongenital

$$\begin{aligned} \sum_k^n &= 2 = (0.5 * 0.6666) + (0.25 * 0.3333) \\ &= (0.3333 + 0.0833) \\ &= 0.4166 \end{aligned}$$

4. Mencari nilai P (Gi|Ei) atau probabilitas hipotesis P, dengan cara mengalihkan hasil nilai probabilitas hipotesa tanpa memandang evidence dengan nilai probabilitas awal lalu dibagi dengan hasil probabilitas hipotesa dengan memandang evidence.

$$P(G_i|E_i) = \frac{P(G_i) * P(E|G_i)}{\sum_k^n = n}$$

a. P1 = Katarak Sinilis

$$P(G_1|E) = \frac{0.83 \times 0.4636}{0.6782} = 0.5672$$

$$P(G_3|E) = \frac{0.66 \times 0.3687}{0.6782} = 0.3587$$

$$P(G_6|E) = \frac{0.3 \times 0.1675}{0.6782} = 0.0740$$

b. P2 = Katarak Traumatik

$$P(G_9|E) = \frac{0.6 \times 0.4285}{0.7142} = 0.3599$$

$$P(G_{11}|E) = \frac{0.8 \times 0.5714}{0.7142} = 0.6400$$

c. P3 = Katarak Kongenital

$$P(G_{13}|E) = \frac{0.5 \times 0.6666}{0.4166} = 0.8000$$

$$P(G_{14}|E) = \frac{0.25 \times 0.3333}{0.7142} = 0.1999$$

5. Mencari nilai bayes dari metode Teorema Bayes dengan cara mengalikan nilai probabilitas evidence awal atau $P(E|G_i)$ dengan nilai hipotesa G_i benar jika diberikan evidence E atau $P(G_i|E)$ dan menjumlahkan perkalian.

$$\sum_k^n = {}_1\text{Bayes} = P(E|G_i) * P(G_i|E_i) \dots + P(E|G_i) * P(G_i|E_i)$$

a. P1 = Katarak Sinilis

$$\begin{aligned} \sum_k^n = {}_3\text{Bayes} &= (0.83 \times 0.5672) + (0.66 \times 0.3587) + (0.3 \times 0.0740) \\ &= (0.4707 + 0.2367 + 0.0222) \\ &= 0.7296 \end{aligned}$$

b. P2 = Katarak Traumatik

$$\begin{aligned} \sum_k^n = {}_2\text{Bayes} &= (0.6 \times 0.3599) + (0.8 \times 0.6400) \\ &= (0.2159 + 0.512) \\ &= 0.7279 \end{aligned}$$

c. P3 = Katarak Kongenital

$$\begin{aligned} \sum_k^n = {}_2\text{Bayes} &= (0.5 \times 0.8000) + (0.25 \times 0.3333) \\ &= (0.4 + 0.0833) \\ &= 0.4833 \end{aligned}$$

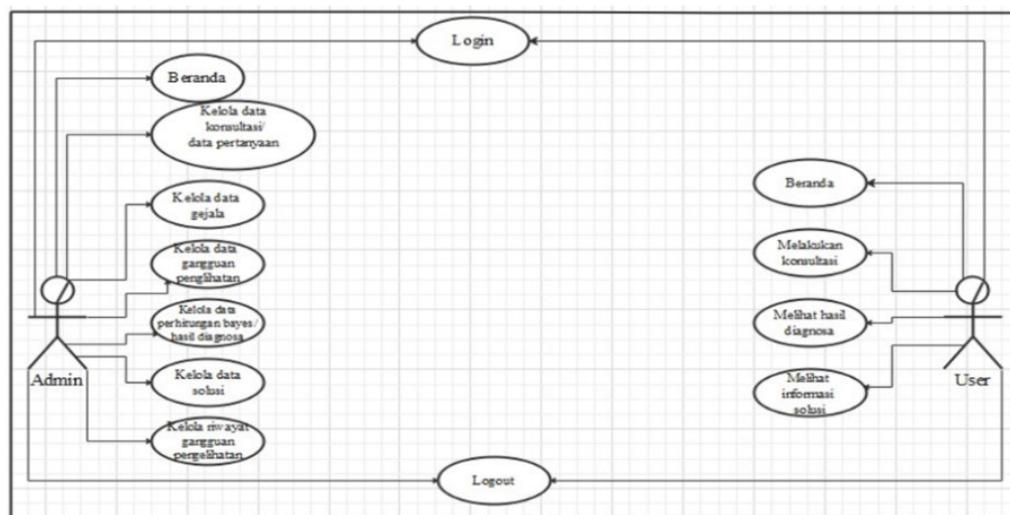
Setelah melakukan serangkaian perhitungan menggunakan metode Teorema Bayes, dapat disimpulkan bahwa hasil diagnosis pasien menunjukkan adanya Penyakit Katarak Sinilis dengan tingkat keyakinan sebesar 0.7296 atau 72,96%

jika dibulatkan maka menjadi 73%. Hal ini menunjukkan bahwa diagnosis katarak sinilis memiliki tingkat keyakinan tertinggi dibandingkan dengan jenis penyakit mata katarak lainnya berdasarkan hasil analisis tersebut. Sebagai solusi bagi individu yang mengalami gejala gangguan penglihatan akibat katarak, beberapa tindakan yang disarankan meliputi: menggunakan kacamata hitam untuk menyaring sinar UV, menjalani gaya hidup yang sehat, mengurangi konsumsi gula berlebihan, berkonsultasi dengan dokter atau ahli mata untuk penanganan yang sesuai, dan mempertimbangkan operasi katarak.

B. Perancangan UML

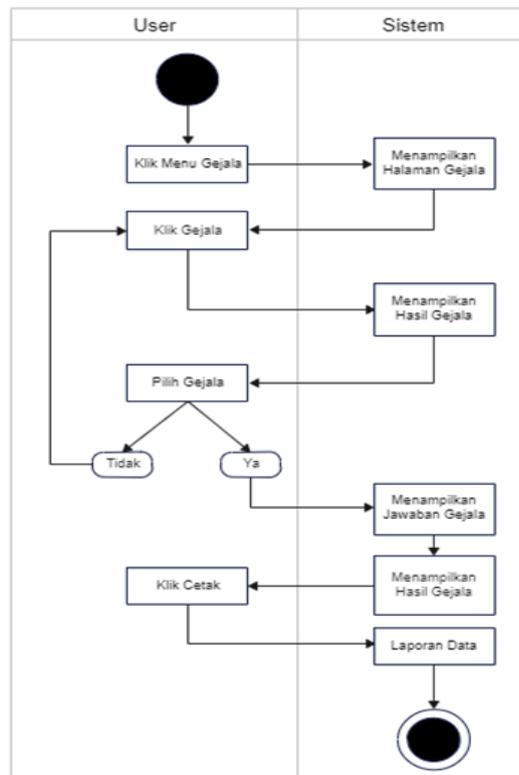
Sistem ini menggunakan perancangan diagram *Unified Model Language (UML)*. Adapun diagram yang digunakan adalah *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Data Flow Diagram*, *Entity Relationship Diagram*.

Use Case Diagram :

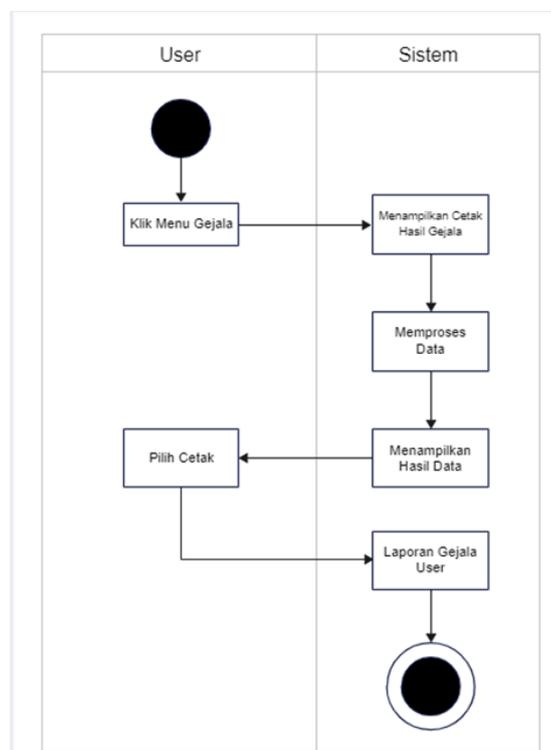


Gambar 3. *Use Case Diagram*

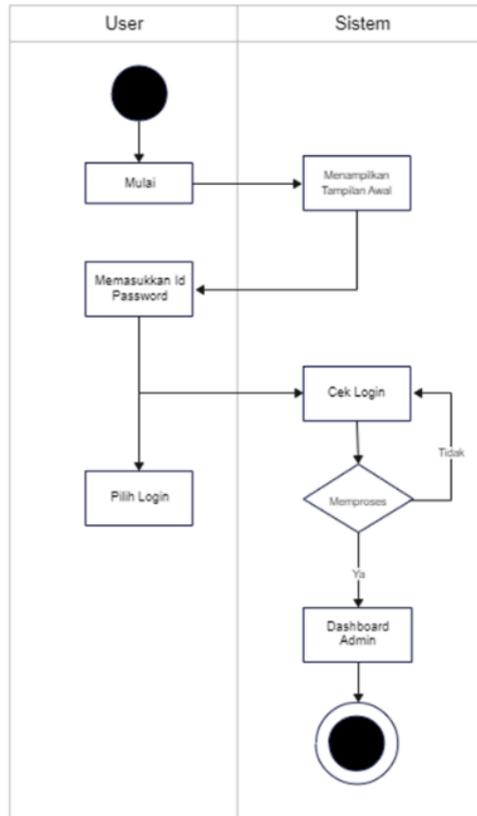
Activity Diagram :



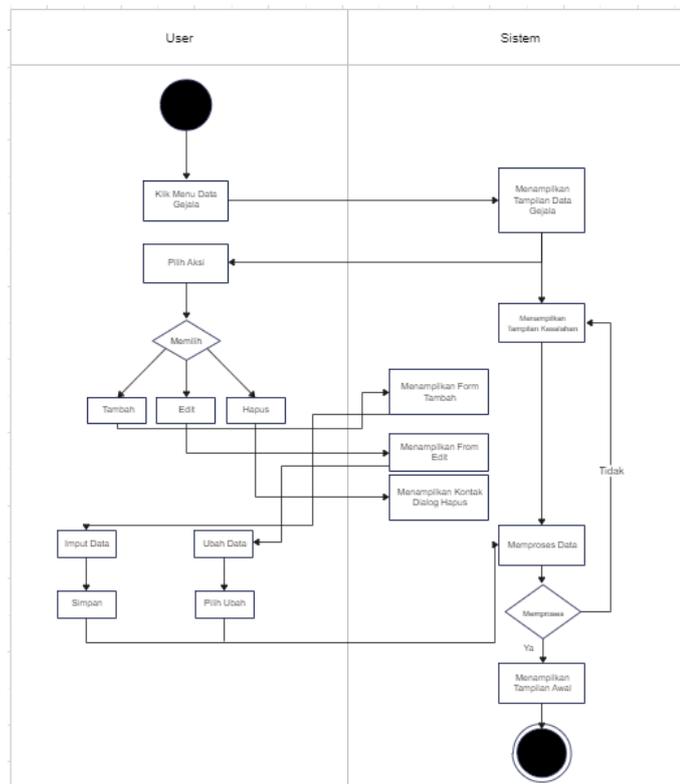
Gambar 4. Activity Diagram Konsultasi



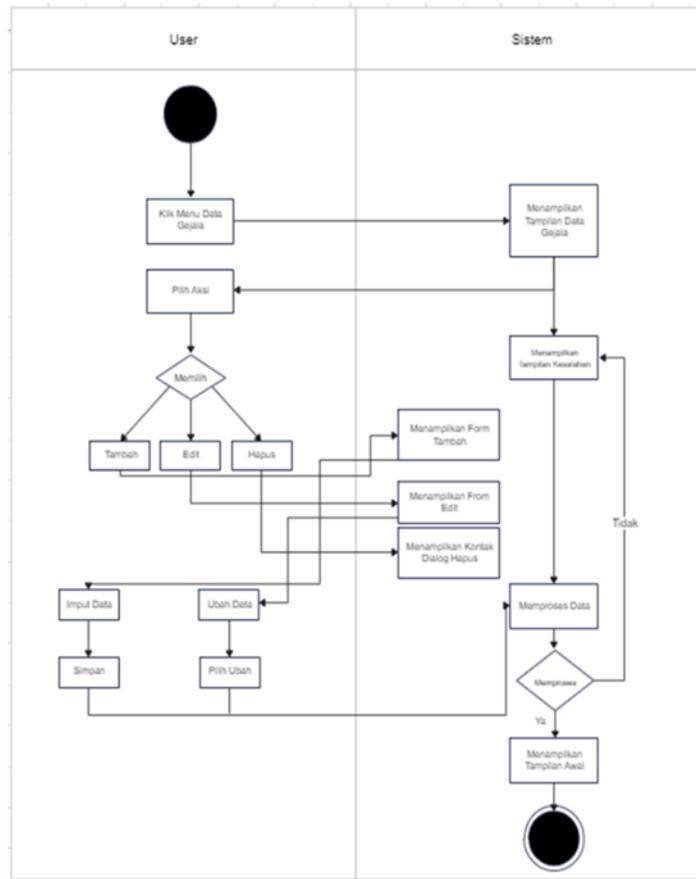
Gambar 5. Activity Diagram Hasil Cetak Diagnosa Gangguan



Gambar 6. Activity Diagram Login (Admin)

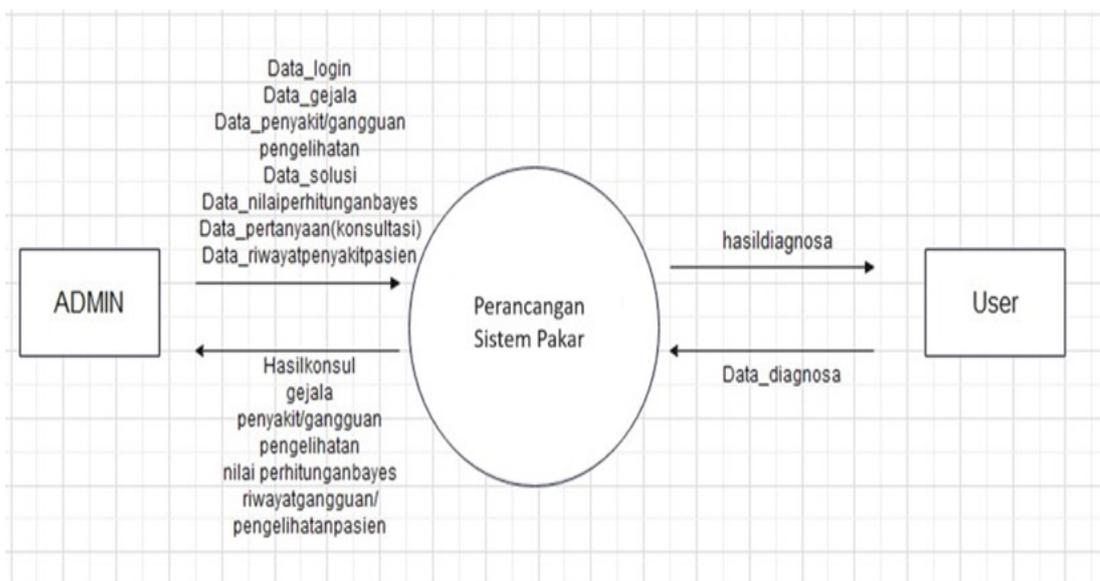


Gambar 7. Activity Diagram Data Gejala Penyakit Admin

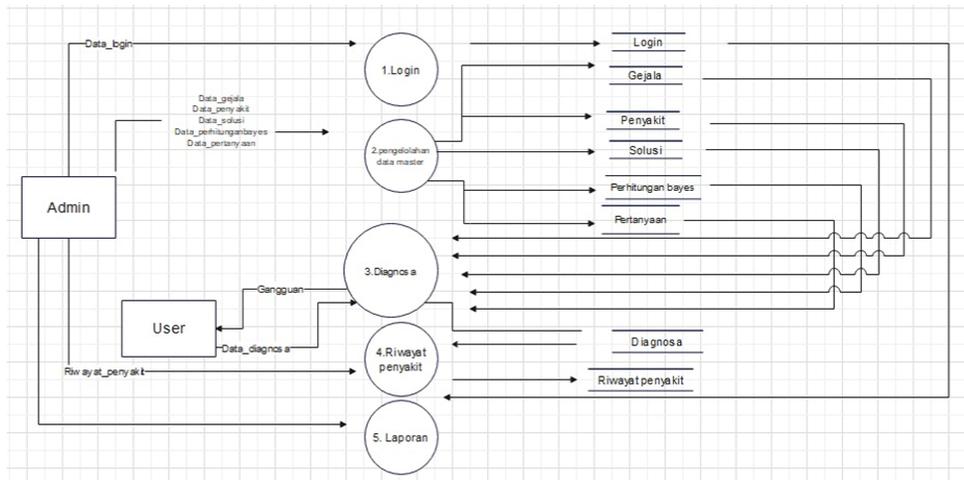


Gambar 8. Acitivity Diagram Gejala Penyakit User

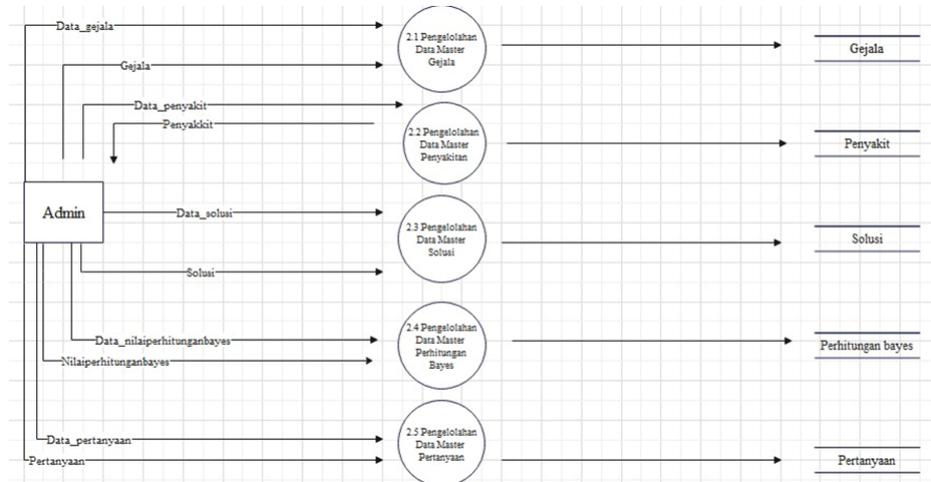
Data Flow Diagram :



Gambar 9. Context Diagram



Gambar 10. DFD Level 1



Gambar 11. DFD Level 2

ERD :



Gambar 12. ERD

5. KESIMPULAN

Penulis berhasil mengembangkan sistem pakar menggunakan Unified Modeling Language (UML), yang melibatkan pemodelan dengan use case diagram, context diagram, Data Flow Diagram (DFD), dan Entity Relationship Diagram (ERD). Sistem ini dirancang untuk mendiagnosa gejala penyakit katarak berdasarkan pengalaman pasien dan memberikan solusi yang tepat. Implementasi algoritma teorema Bayes telah berhasil diuji coba pada pasien yang mengalami gangguan penglihatan gejala katarak. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pasien didiagnosis mengalami Katarak Sinilis dengan tingkat keyakinan sebesar 73%, menggunakan metode Teorema Bayes. Penelitian ini memiliki dampak positif dalam meningkatkan cara diagnosis penyakit mata, khususnya katarak, dengan pendekatan yang lebih efisien dan akurat. Penelitian lanjutan dapat difokuskan pada pengembangan algoritma yang lebih kompleks dengan menggunakan teori Bayes dan *machine learning*. Pengembangan aplikasi yang dapat digunakan secara *real-time* pada perangkat mobile atau web, serta integrasi dengan teknologi IoT seperti perangkat pemindai mata otomatis, juga dapat menghasilkan keuntungan praktis.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. N. S. HAMIDI, “Faktor- Faktor Yang Berhubungan Dengan Terjadinya Katarak Senilis Pada Pasien Di Poli Mata Rsud Bangkinang,” *J. Ners*, vol. 1, no. 1, pp. 125–138, 2017, doi: 10.31004/jn.v1i1.98.
- [2] S. Tegar, M. W. Budiana, and O. C. Nugraha, “Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya Katarak Pada Petani Di Garut,” *J. Mata Opt.*, vol. 3, no. 3, pp. 1–6, 2022, [Online]. Available: <https://arogapopin.ac.id/journal/index.php/mataoptik/article/view/100>
- [3] R. Permana, R. Sovia, and H. P. Putra, “Sistem Pakar Certainty Factor Dalam Mendiagnosis Indikasi Penyakit Katarak Pada Anak,” *Sebatik*, vol. 24, no. 1, pp. 136–142, 2020, doi: 10.46984/sebatik.v24i1.912.
- [4] I. Russari, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Batu Ginjal Menggunakan Teorema Bayes,” *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 3, no. 1, pp. 18–22, 2016, doi: 10.30865/jurikom.v3i1.44.
- [5] A. W. Ganda Anggara, Gede Pramayu, “Membangun sistem pakar menggunakan teorema bayes untuk mendiagnosa penyakit paru-paru,” *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Multimed. 2016*, pp. 79–84, 2016.

- [6] J. Sembiring Milala, Azlan, Hafizah, and Tugiono, “J-SISKO TECH Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD Sistem Pakar Untuk Pendiagnosaan Karies Gigi Menggunakan Teorema Bayes,” *J. Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD*, vol. 4, no. 1, pp. 103–111, 2021.
- [7] F. Okmayura *et al.*, “nagari Penduduk,” vol. 4, no. 1, pp. 27–34, 2022.
- [8] B. A. Ananda, “Permodelan UML Untuk Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Jaringan Gigi Menggunakan Teorema Bayes,” *J. Fasilkom*, vol. 13, no. 01, pp. 33–40, 2023, doi: [10.37859/jf.v13i01.4893](#).
- [9] F. Okmayura *et al.*, “Pemodelan UML Untuk Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Dini Cedera Awal Pada Peserta Olahraga Beladiri Menggunakan Pendekatan Teorema Bayes,” vol. 7, no. 1, pp. 31–40, 2023, [Online]. Available: [http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/doubleclickPemodelanUMLUntukPerancanganSistemPakarDiagnosaDini....](http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/doubleclickPemodelanUMLUntukPerancanganSistemPakarDiagnosaDini...)
- [10] F.- Sonata, “Pemanfaatan UML (Unified Modeling Language) Dalam Perancangan Sistem Informasi E-Commerce Jenis Customer-To-Customer,” *J. Komunika J. Komunikasi, Media dan Inform.*, vol. 8, no. 1, p. 22, 2019, doi: [10.31504/komunika.v8i1.1832](#).
- [11] G. Gufron and D. Danang, “Sistem Pakar Penanganan Kerusakan Komputer Dan Peripheralsnya,” *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 29–42, 2018, doi: [10.51903/elkom.v11i2.20](#).
- [12] M. A. Muchlis, D. Nugroho, and J. P. Hapsari, “Audit Energi Listrik Gedung Bottom 1 Pt Parkland World Indonesia Jepara,” *Media Elektr.*, vol. 16, no. 01, p. 14, 2023, doi: [10.26714/me.v16i01.9971](#).
- [13] M. Pusparani, “Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Pegawai (Suatu Kajian Studi Literatur Manajemen Sumber Daya Manusia),” *J. Ilmu Manaj. Terap.*, vol. 2, no. 4, pp. 534–543, 2021, doi: [10.31933/jimt.v2i4.466](#).
- [14] A. Coles, A. Coles, M. Fox, and D. Long, “Forward-chaining partial-order planning,” *ICAPS 2010 - Proc. 20th Int. Conf. Autom. Plan. Sched.*, no. Icaps, pp. 42–49, 2010, doi: [10.1609/icaps.v20i1.13403](#).
- [15] F. Okmayura, V. Vitriani, and M. Novalia, “Design of Expert System for Identify Anxiety Disorder Using Forward Chaining,” *J. Ris. Inform.*, vol. 3, no. 3, pp. 291–298, 2021, doi: [10.34288/jri.v3i3.246](#).